



GÖTEBORGS UNIVERSITET
LITTERATUR, IDÉHISTORIA OCH RELIGION

Androidvetenskapen och den kusliga dalen

– Japanska robotar som forskningsplattformar och filosofiska leksaker

Android science and the uncanny valley

– Japanese robots as research platforms and philosophical toys

Av: Robert Walldén

Termin: Höstterminen 2013

Kurs: Idé- och lärdoms historia, Masterexamensarbete, 30 hp

Nivå: Master

Handledare: Johan Kärfelt

ABSTRACT

Swedish title: “Androidvetenskapen och den kusliga dalen: Japanska robotar som forskningsplattformar och filosofiska leksaker.”

English title: “Android science and the uncanny valley: Japanese robots as research platforms and philosophical toys.”

Author: Robert Walldén

Level: Master Degree Project, History of Ideas and Science

Department: Department of Literature, History of Ideas, and Religion

Supervisor: Johan Kärnfelt

Date: November 2013

Abstract: The primary aim of this essay is to analyse, contextualise and problematise the scientific and technological goals of android science. The starting point of this investigation is the history of automata and man’s attempts to recreate himself by technological means. Drawing on the notion of boundary work this essay also analyses the efforts of the proponents of android science to establish and demarcate a new interdisciplinary field. A secondary aim of the essay is to evaluate the scientific support for the uncanny valley hypothesis and to investigate how this hypothesis contributes to android science. This essay concludes that the boundary work of android science has been largely unsuccessful. There is nothing in the conference papers and scientific articles that have been published within the field of android science that suggests that android science could become a discrete discipline, or a basic science for investigating human beings. “Android science” is best understood as a specific research methodology, within the field of HRI and social robotics. This essay also concludes that the investigation into the uncanny valley phenomenon is the most interesting aspect of android science. However, more research is needed if the uncanny valley is to be accepted as a sound scientific theory.

Key words: android science, androids, robots, automata, uncanny valley, boundary work, Hiroshi Ishiguro, Masahiro Mori

Innehållsförteckning

Inledning	- 2 -
Syfte, metod, och frågeställningar	- 4 -
Materialurval	- 5 -
Teori	- 8 -
Disposition	- 10 -
Automater och konstgjorda människor i den västerländska idéhistorien	- 11 -
Japan – Robotkungadömet	- 15 -
Den japanska industrirobotrevolutionen	- 19 -
Skillnader mellan Japan och västvärlden	- 19 -
Androiden som dubbelgångare	- 24 -
Den schackspelande turken	- 28 -
Frankensteinkomplex eller livmodersavund?	- 29 -
Masahiro Mori och den kusliga dalen	- 31 -
Das Unheimliche	- 36 -
Androidvetenskapens gränsdragningsarbete och vetenskapliga status	- 39 -
Vad är androidvetenskap?	- 39 -
Androidvetenskapens teknologiska mål	- 41 -
Gränsdragningen mellan androidvetenskap och humanoidvetenskap	- 43 -
Framtidsvision och gränsdragningsretorik för androidvetenskapen	- 47 -
Tänkbara framtida användningsområden för androidtekniken	- 48 -
Kritik mot androidvetenskapen	- 52 -
Den tvärvetenskapliga androidvetenskapen	- 56 -
Ett återbesök i den kusliga dalen	- 58 -

Avslutande diskussion	- 61 -
Källförteckning	- 65 -
Tryckta källor	- 65 -
Otryckta källor	- 71 -

Inledning

Den japanska robotforskaren Masahiro Mori avrådde i artikeln ”Bukimi no tani” (”The uncanny valley”) 1970 andra vetenskapsmän från att designa alltför människolika robotar eftersom dessa enligt honom kunde framstå som skrämmande och obehagliga. Enligt Moris hypotes ökar människans identifikation med en robot ju mer människolik den blir, men denna utveckling bryts vid en viss punkt där den humanoida roboten endast avviker från det mänskliga på några få subtila punkter. Dessa subtila icke-mänskliga markörer skapar enligt Mori en för människan skrämmande effekt som kvarstår fram till det att roboten blivit helt människolik. Området från att roboten börjar uppfattas som skrämmande till det att den inte går att skilja från människor kallar Mori för ”the uncanny valley”.¹ Inom science fiction-genren, men också inom robotforskningen, kallas människoliktande robotar ofta för *androider*. Robotforskarna Hiroshi Ishiguro (Japan) och Karl F. MacDorman (USA) definierar en android som: ”an artificial system designed with the ultimate goal of being indistinguishable from humans in its external appearance and behavior”.² MacDorman och Ishiguro är medvetna om problemet med ”the uncanny valley” men de anser ändå att det finns ett stort värde i att utveckla människolika androider.

The development of robots that closely resemble human beings can contribute to cognitive research. An android provides an experimental apparatus that has the potential to be controlled more precisely than any human actor. [...] Androids could be a key testing ground for social, cognitive, and neuroscientific theories as well as platform for their eventual unification.³

Begreppet ”android science” (androidvetenskap) föreslogs 2004 av Ishiguro som en beteckning för detta nya tvärvetenskapliga forskningsfält.⁴ Ishiguro är professor vid Osakas universitet, där han är ansvarig för Intelligent Robotics Laboratory. Han samarbetar också med det privata företaget Advanced Telecommunications Research Institute International (ATR) som är baserat i närheten av Kyoto, och där har han sitt eget laboratorium: Hiroshi Ishiguro Laboratory. Ishiguro har blivit framröstad som en av Japans hundra mest betydelsefulla personer, av tidningen *Newsweek*. Den 15 maj 2011 placerade han sig på plats nummer åtta på *Asian Scientists* lista ”The Ultimate List Of 15 Asian Scientists To Watch”. Han har blivit en internationell stjärna inom robotbranschen och något av en symbol för de mer extrema uttryck som den japanska robotforskningen

¹ Masahiro Mori (2012/1970) ”Bukimi no tani [The uncanny valley]”. Engelsk översättning av Karl F. MacDorman och Norri Kageki. *IEEE Robotics and Automation magazine*, vol. 19, nr. 2, s. 98-100.

² Karl F. MacDorman & Hiroshi Ishiguro (2006a) ”Toward social mechanisms of android science. A CogSci 2005 workshop.” *Interaction Studies*, vol. 7, nr. 2, s. 289.

³ Karl F. MacDorman & Hiroshi Ishiguro (2006b) ”The uncanny advantage of using androids in cognitive and social science research”, *Interaction Studies*, vol. 7, nr. 3, s. 297.

⁴ *Ibid.*, s. 322.

kan ta sig. Androidvetenskapen utgör idag en ytterst liten del av robotforskningen i Japan, såväl ekonomiskt som räknat på antalet aktiva forskare. Sett ur ett idéhistoriskt perspektiv finns det emellertid flera intressanta aspekter av denna nya vetenskap, som motiverar en närmare granskning och analys.

För det första bygger androidvetenskapen vidare på en mänsklig idé om, och fascination för, att skapa *simulakra* (kopior av djur och människor) och *automatiska maskiner* (robotar), som går tillbaka ända till Antiken. Idén om att skapa artificiella människor kan spåras till den grekiska mytologins Pygmalionlegend, som handlar om en bildhuggare som blir kär i en av sina statyer och om hur denna staty sedan ges liv av gudarna.

För det andra har androidvetenskapens teknologiska slutprodukter – androiderna – tilldragit sig ett stort medialt intresse de senaste åren, vilket sprider idén om att dessa androider snart kan vara en del av vårt samhälle. Inte bara populärvetenskapliga tidskrifter utan även dagspressen publicerar tämligen ofta artiklar om androider och andra humanoida robotar. Idén om att androiderna snart kan komma att ersätta riktiga människor i olika sammanhang är, åtminstone i västvärlden, starkt förknippad med en rädsla för vilka konsekvenser som detta kan få för mänskligheten. Ishiguro har själv blivit något av en mediakändis och genom att bygga en androidkopia av sig själv som han skickar ut till olika delar av världen har han skapat maximal PR för sin egen forskning. Ishiguros dubbelgångare är (liksom alla andra androider han byggt) helt stationär; den har ansiktsmimik och kan röra armar, torso och huvud, men den kan inte gå eller förflytta sig över huvud taget. Ishiguro kan dock till viss del fjärrstyra androiden från sitt laboratorium i Japan, och han hävdar själv att hans avsikt är att skicka den till olika föreläsningar och möten, för att slippa slösa tid på att flyga runt världen själv.

För det tredje kan skapandet av androider på sikt påverka hur vi människor ser på oss själva och våra egna kroppar. Många framstående experter inom artificiell intelligens, som uppfinnaren Raymond Kurzweil, och robotikforskaren Hans Moravec, tror att det bara är en tidsfråga innan vi kan ladda upp vårt medvetande till en dator i en robotkropp.⁵ Men även om robotarna förblir fjärrstyrda som Ishiguros androidkopia, så skapar idén om dessa dubbelgångare intressanta existentiella frågor om mänsklig närvaro och relationen mellan kropp och själ.

För det fjärde utgör androidvetenskapen i förlängningen en slags slutpunkt för förvetenskapligandet av världen. Androidvetenskapens slutgiltiga mål är att bygga en kopia av en människa – en robotkopia vars utseende och beteende inte går att skilja från riktiga människor. Androidvetenskapliga experiment som redan genomförts pekar enligt de androidvetenskapliga forskarna på att interaktionen mellan en människa och en android aktiverar vissa kognitiva scheman för inter-

⁵ Se exempelvis: Raymond Kurzweil (2005) *The singularity is near: when humans transcend biology*. Viking, New York 2005.

aktionen mellan människor (exempelvis när det gäller ögonkontakt)⁶ och detta väcker en rad etiska och filosofiska frågeställningar. Är det etiskt försvarbart att skapa robotar som är så pass människolika att vi bemöter dem som om de vore människor? Så länge androiderna står i laboratorier så är det en sak, men när de – som Ishiguro föreslagit – börjar användas som receptionister eller inom äldreården så blir frågeställningen mer laddad. Vad säger det om oss människor om vi kan manipuleras till att på vissa områden bemöta en maskin som om den vore en människa, genom att scheman för mänsklig interaktion programmeras in i maskinen? Gamla filosofiska frågeställningar om huruvida vi människor är reflexstyrda maskiner aktualiseras på ett nytt sätt genom den androidvetenskapliga forskningen. Det finns en rädsla för att vårt människovärde urholkas om vi skapar affektiva band till maskiner, istället för till riktiga människor. Genom att androidvetenskapen har fått ett så stort medialt utrymme så ökar cirkulationen av dessa idéer om mänskliga dubbelgångare i samhället. Rörliga bilder av androiderna sprids genom TV-program och videoklipp på Internet. Bilderna av de japanska androiderna blandas sedan i människors tankeliv med fiktiva föregångare från amerikanska science fiction-filmer som *Terminator 2* och *Blade Runner*. I Sverige kommer den andra säsongen av SVT:s *Blade Runner*-inspirerade dramaserie *Äkta människor* att ha premiär i december 2013. Serien tar upp flera av de risker som den nya humanoida robotteknologin brukar förknippas med.

Rädslan för artificiellt skapade människoliknande varelser är djupt rotad i den västerländska kulturen, allt sedan den judiska Golemlegenden, Mary Shelleys roman *Frankenstein, eller den moderne Prometheus* (1818) och Karel Čapeks teaterpjäs *R.U.R.* (1921). Čapeks berättelse, som är ursprunget till själva begreppet ”robot”, handlar om förslavade biologiska robotar (androider) som revolterar mot mänskligheten.

Syfte, metod, och frågeställningar

Det primära syftet med föreliggande uppsats är att identifiera, analysera och problematisera den androidvetenskapliga forskningens teknologiska och vetenskapliga mål.⁷ I centrum av analysen finns idén om den konstgjorda människan (*Jinzo Ningen* på japanska) och de olika varianter som denna idé har tagit sig uttryck i genom historien: som homunculus, Golem, robotar och androider. Varför strävar de androidvetenskapliga forskarna efter att bygga androider (simulakra av människor) som är så realistiska att de inte går att skilja från riktiga människor? På vilket sätt tänker de sig att vetenskapliga experiment med dessa robotar ska kunna bidra till att öka vår förståel-

⁶ Se exempelvis: MacDorman et al. (2005) ”Assessing Human Likeness by Eye Contact in an Android Testbed”. Proceedings of the XXVII annual meeting of the cognitive science society (2005).

⁷ Med *teknologi* avser jag här teknisk forskning, det vill säga innovation och utprovning av teknik.

se för vad det innebär att vara en människa? Vilken samhällsnytta tror de att androiderna kan erbjuda i framtiden? Vilken betydelse har idén om den kusliga dalen haft för androidvetenskapen och hur starkt vetenskapligt stöd finns det egentligen för Masahiro Moris hypotes? En rad olika kontextuella förutsättningar – kulturella, ekonomiska, teknologiska, akademiska och religiösa – är av intresse för att försöka förstå varför androidvetenskapen har vuxit fram just i Japan. Uppsatsen syftar också till att analysera hur androidvetenskapens främsta företrädare försöker att etablera och avgränsa androidvetenskapen som ett nytt forskningsfält, eller en ny disciplin. Analysen av hur forskarna försöker att staka ut gränserna för detta nya tvärvetenskapliga forskningsfält är inspirerad av Julie Thompson Kleins teorier om *tvärvetenskaplighet* och *gränsdragningsarbete* ("boundary work"), såsom dessa har presenterats i böckerna *Interdisciplinarity: history, theory, and practice* (1990) och *Crossing Boundaries: Knowledge, Disciplinarity, and Interdisciplinarity* (1996). Även Thomas F. Gieryns teorier om gränsdragningsarbete har använts till viss del i arbetet med uppsatsen. Det gäller främst boken *Cultural Boundaries of Science: Credibility on the line* (1999), samt artikeln "Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-Science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists" (1983).

Materialurval

Uppsatsens primärkällor består främst av papers och vetenskapliga artiklar inom det androidvetenskapliga forskningsfältet. Jag har gått igenom alla de androidvetenskapliga papers och artiklar som finns tillgängliga på engelska och som publicerats mellan januari 2004 och juli 2013. Det finns till dags dato tämligen få publicerade vetenskapliga artiklar inom androidvetenskap, och forskningsresultaten förmedlas till andra forskare främst genom engelskspråkiga papers. Eftersom mina kunskaper i det japanska språket är så gott som obefintliga så är det en stor fördel att det mesta av materialet finns tillgängligt på engelska. I vissa fall så kan språkförbistringen vara ett hinder, då de japanska forskarnas förmåga att uttrycka sig på engelska kan lämna en del övrigt att önska, men då samma typer av argument och tankegångar formuleras på lite olika sätt i olika texter så innebär den stora mängden av primärkällor som jag gått igenom att jag kan känna mig tämligen säker på vad som avses, även när det finns språkliga brister i materialet. Samtidigt är det förstås ett problem för androidvetenskapens status inom forskarvärlden att man publicerar så pass få artiklar i vetenskapliga tidskrifter, även om det skett en viss förbättring på den fronten under 2013.

De flesta androidvetenskapliga papers är ungefär fem sidor långa och har presenterats vid olika vetenskapliga konferenser under den aktuella tidsperioden (2004-2013). De är, i de allra

flesta fall, granskade av en programkommitté innan de godkännts för att presenteras vid konferensen. De flesta papers redovisar ett androidvetenskapligt experiment som genomförts, men det begränsade formatet gör att genomgången och analysen av resultaten inte är lika djupgående som i en vetenskaplig artikel. Den språkliga nivån är till yttermera visso oftast sämre än i de artiklar som publicerats i vetenskapliga tidskrifter, men de ger sammantaget ändå en god bild av vad Hiroshi Ishiguro och hans kollegor hoppas att kunna uppnå med sin forskning.

Jag har även studerat Ishiguros fem TEDx-föreläsningar om androidvetenskap som finns tillgängliga på YouTube, varav en är på engelska och övriga fyra är på japanska med engelska undertexter. I dessa föreläsningar berättar han om sina visioner om vilka vetenskapliga och teknologiska möjligheter som androidvetenskapen ska kunna erbjuda, samt vilken samhällsnytta som hans forskning har. Även Henrik Schärfes båda TEDx-föreläsningar, samt intervjuer med den danska forskaren, har använts i arbetet med uppsatsen. Karl MacDorman har på hemsidan för *Android Science Center* lagt upp ett antal videoklipp där han förklarar vad den kusliga dalen är, och överhuvudtaget har de presentationer av tidigare, pågående och framtida androidvetenskaplig forskning som ges på de olika institutionernas hemsidor (vid Osakas universitet, Indianas universitet och Aalborgs universitet) varit till stor hjälp för att se hur androidvetenskapen presenteras för andra forskare och för allmänheten. Även ett antal intervjuer med androidvetenskapens fader Hiroshi Ishiguro (i artiklar, i tidskrifter, på Internet, i TV-program och i dokumentära filmer) har använts för att förstå vilka teknologiska och vetenskapliga mål som Ishiguro har med sin forskning.

När det gäller sekundärlitteratur så har jag använt mig av psykologen John Cohens bok *Human robots in myth and science* (1966) som är en historisk genomgång (från Antiken och framåt) av automater och människoliknande robotar – en bok som kan betraktas som ett standardverk på området.⁸ Historikern Minsoo Kang har med sin bok *Sublime Dreams of Living Machines: The Automaton in the European Imagination* (2011) gjort det enligt min mening mest ambitiösa försöket hittills att utifrån ett (idé)historiskt perspektiv förklara varför automater på olika sätt både har fascinerat och skrämt människor i Europa under olika historiska epoker, från Antiken fram till Mellankrigsåren.⁹ Mark Elling Rosheims bok *Robot evolution: the development of anthrobotics* (1994) ger förutom en historisk genomgång av automatiska maskiner och robotar även en synnerligen detaljerad beskrivning av den teknologiska utvecklingen av humanoida robotar under 1900-talet.¹⁰ Dessutom har jag använt mig av två vetenskapliga artiklar av historikern Jessica Riskin: "Eighteenth Century

⁸ John Cohen (1966) *Human robots in myth and science*. Allen & Unwin, London 1966.

⁹ Minsoo Kang (2011) *Sublime Dreams of Living Machines: The Automaton in the European Imagination*. Harvard University Press, Cambridge 2011.

¹⁰ Mark Elling Rosheim (1994) *Robot evolution: the development of anthrobotics*. Wiley, New York 1994.

Wetware.”¹¹ (2003) och “The Defecating Duck; or, The Ambiguous Origins of Artificial Life”¹² (2003) som båda handlar om europeiska automatiska maskiner och försök att skapa artificiellt liv under 1700-talet. Vidare har Gaby Woods bok *Edison's Eve: A Magical History of the Quest for Mechanical Life* (2003) bidragit med intressanta fakta och anekdoter om några av de mest berömda verkliga och fiktiva försöken att skapa artificiellt liv under 1700- och 1800-talet i Europa och USA.¹³ Jag har även använt mig av Patricia Warricks litteraturvetenskapliga verk *The cybernetic imagination in Science Fiction* (1980).¹⁴

Den amerikanska författaren och tolken Frederik L. Schodt förutspådde redan 1988 i den då oförtjänt förbisedda men idag kultförklarade boken *Inside the Robot Kingdom: Japan, Mechatronics, and the Coming Robotopia* att en japansk robotrevolution stod för dörren. Boken var på många sätt före sin tid, men den ger en utmärkt beskrivning av den japanska robotteknologin och dess betydelse för det japanska samhället.¹⁵ Timothy N. Hornyaks rikligt illustrerade verk *Loving the Machine: The Art and Science of Japanese Robots* (2006) går på ett mer kortfattat sätt igenom japansk robotteknologi från 1700-talets teserverande trärobotar fram till Ishiguros androider.¹⁶ Liknande översiktsverk på svenska lyser emellertid med sin frånvaro. Däremot ger Peter Nordins och Johanna Wildes bok *Humanoider: Sjävlärande robotar och artificiell intelligens* (2003) en god inblick i hur det går till att skapa *humanoider* (människoliknande robotar) och utrusta dem med artificiell intelligens. Många exempel ges från Chalmers eget humanoidprojekt, som Peter Nordin var med och startade upp. Peter Ekbergs *Tänk Robot: kan en robot tänka?* (2012) är en bok som riktar sig främst till barn och som ger en introduktion till artificiell intelligens och människolika robotar.

¹¹ Jessica Riskin (2003a) “Eighteenth Century Wetware.” *Representations*, vol. 83, nr. 1, s. 97-125.

¹² Jessica Riskin (2003b) “The Defecating Duck; or, The Ambiguous Origins of Artificial Life.” *Critical Inquiry*, vol. 29, nr. 4, s. 599-633.

¹³ Gaby Wood (2003) *Edison's Eve: A Magical History of the Quest for Mechanical Life*. Anchor Books, New York 2003.

¹⁴ Patricia S. Warrick (1980) *The cybernetic imagination in Science Fiction*. The MIT Press, Cambridge 1980.

¹⁵ Frederik L. Schodt (1990/1988) *Inside the Robot Kingdom: Japan, Mechatronics, and the Coming Robotopia*. Kodansha International, Tokyo 1990.

¹⁶ Timothy N. Hornyak (2006) *Loving the Machine: The Art and Science of Japanese Robots*. Kodansha International, Tokyo 2006.

Teori

Vetenskapssociologen Thomas F. Gieryn använder sig av begreppet ”boundary-work” (*gränsdragningsarbete*) för att beskriva hur vetenskapens gränser gentemot icke-vetenskap och pseudovetenskap stakas ut, samt hur vetenskapen uppnår *epistemisk auktoritet* i samhället.¹⁷ I artikeln ”Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-Science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists” (1983) skriver Gieryn: ”Boundary-work is analyzed as a rhetorical style common in “public science” [...], in which scientists describe science for the public and its political authorities, sometimes hoping to enlarge the material and symbolic resources of scientists or to defend professional autonomy.”¹⁸ Begreppet gränsdragningsarbete är även användbart för att analysera hur ett nytt kunskapsområde eller en ny vetenskaplig disciplin identifieras och avgränsas gentemot andra kunskapsområden och vetenskapliga discipliner.¹⁹

Julie Thompson Klein bygger vidare på Gieryns begrepp boundary-work i boken *Crossing Boundaries: Knowledge, Disciplinarity, and Interdisciplinarity* (1996) där hon presenterar sina teorier om *tvärvetenskaplighet* och *gränsdragningsarbete*. Gieryn själv har främst studerat gränsdragningsarbetet mellan vetenskap och icke-vetenskap, men Klein har istället specialiserat sig på gränsdragningsarbetet mellan olika vetenskapliga discipliner och akademiska skolbildningar. Det som står på spel i detta gränsdragningsarbete är den vetenskapliga trovärdigheten och auktoriteten.

I föreliggande uppsats kommer jag att analysera hur androidvetenskapen positionerar sig gentemot kognitionsvetenskap och psykologi, samt mot andra, konkurrerande, forskningsgrenar inom *robotiken*. Jag kommer också att analysera hur Ishiguro och hans kollegor motiverar behovet av sin forskning, och varför det är värt att satsa ekonomiska resurser på den, det vill säga hur de androidvetenskapliga forskarna försöker att utöka sina materiella resurser och sin status inom vetenskapssamhället (de symboliska resurserna). De argument som används i detta publika gränsdragningsarbete har jag funnit i intervjuer och i TEDx-föreläsningar, samt i forskningspresentationer på universitetens och de androidvetenskapliga laboratoriernas hemsidor. Men argumenten återfinns även i en stor del av de androidvetenskapliga papers och artiklar jag gått igenom. Även om argumenten i dessa texter främst riktar sig till andra forskare, så anser jag ändå att de utgör exempel på den gränsdragningsretorik som Ishiguro och hans kollegor använder för att försöka utöka sina symboliska resurser. Kartan över de vetenskapliga disciplinerna (kartmetaforen an-

¹⁷ *Epistemisk auktoritet* (”epistemic authority”) definieras av Gieryn som ”the legitimate power to define, describe, and explain bounded domains of reality.” Thomas F. Gieryn (1999) *Cultural Boundaries of Science: Credibility on the Line*. The University of Chicago Press, Chicago 1999, s. 1.

¹⁸ Thomas F. Gieryn (1983) ”Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-Science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists.” *American Sociological Review*, vol. 48, nr. 6, s. 782.

¹⁹ Ibid., s. 792 och Sven Widmalm [red.] (2008) *Vetenskapens sociala strukturer: sju historiska fallstudier om konflikt, samverkan och makt*. Nordic Academic Press, Lund 2008, s. 14 & 100-102.

vänds flitigt av Gieryn i hans teorier om gränsdragningsarbete) och deras gränser mot de ickevetenskapliga territorierna måste regelbundet uppdateras och ritas om. Det är en ständigt pågående kamp om epistemisk auktoritet.

Boundary work is ongoing, from the point of making claims to legitimating practices and judging outcomes. It occurs in all interdisciplinary activities, from borrowing tools and methods to forming new hybrid disciplines. The nature of any one activity lies in the relation between bounding and hybridity.²⁰

Klein räknar upp fyra olika typer av *tvärvetenskaplig* interaktion: *lånande*, *problemlösning*, utökad *konsistens* (motsägelsefrihet/överensstämmelse) mellan metoder eller ämnen, och framväxten av en *tvärvetenskaplig disciplin*.²¹ Att låna in analytiska verktyg (exempelvis matematiska modeller), vetenskapliga begrepp, eller metoder från andra discipliner är mycket vanligt förekommande men behöver inte leda till något djupare tvärvetenskapligt utbyte. När det gäller att lösa ett specifikt problem som kräver kompetenser från flera olika discipliner – eftersom problemet ifråga inte kan lokaliseras inom en viss disciplins utstakade gränser utan snarare befinner sig i gränslandet mellan flera olika discipliner – så kan samarbetet också vara tillfälligt och det behöver inte leda till att gränserna mellan disciplinerna påverkas långsiktigt. Däremot *kan* dessa olika varianter av tvärvetenskaplig interaktion i förlängningen leda till en utökad konsistens mellan de aktuella disciplinernas metoder eller ämnen, och på sikt: framväxten av en *tvärvetenskaplig disciplin*.²²

²⁰ Julie Thompson Klein (1996) *Crossing Boundaries: Knowledge, Disciplinarity, and Interdisciplinarity*. University Press of Virginia, Charlottesville 1996, s. 57.

²¹ Julie Thompson Klein (1990) *Interdisciplinarity: history, theory, and practice*. Wayne State University Press, Detroit 1990, s. 64.

²² Ibid., s. 64-65 och Klein (1996) s. 61-65.

Disposition

Uppsatsen driver tesen att mänsklighetens fascination för att skapa simulakra (kopior) av människor och djur går långt tillbaka i historien och att denna historiska insikt är en av nycklarna till att förstå de androidvetenskapliga forskarnas strävan efter att bygga artificiella människor. Uppsatsen inleds därför med en övergripande kartläggning av automatiska maskiner och konstgjorda människor i den västerländska idéhistorien och science fiction-litteraturen. Den japanska robotteknologins rötter kan spåras till 1500-talet, då europeiska mekaniska urverk för första gången fördes in i landet. Nästa kapitel av uppsatsen beskriver hur denna teknologi under 1600-talet användes för att bygga *Karakuri ningyō* – de första japanska automatiska robotliknande dockorna – och fortsätter sedan med att beskriva den historiska utveckling som ledde fram till att Japan blev världsledande när det gäller robotteknologi. I det tredje kapitlet jämförs Hiroshi Ishiguros androider med ett antal historiska föregångare. I det fjärde kapitlet introduceras hypotesen om den kusliga dalen och dess betydelse för uppkomsten av det androidvetenskapliga forskningsfältet. Efter det följer, i det femte och sjätte kapitlet, den huvudsakliga analysen av androidvetenskapens teknologiska och vetenskapliga mål, och av de androidvetenskapliga forskarnas försök att staka ut gränserna för detta nya tvärvetenskapliga forskningsfält. Uppsatsen avslutas med en sammanbindande diskussion.

Automater och konstgjorda människor i den västerländska idéhistorien

Människans idéer om att återskapa och simulera verkligheten med olika mekanismer har genom historien manifesterats i simulakra (bilder, kopior eller modeller)²³ och automatiska, självgående maskiner.²⁴ En av få mekanismer från det antika Grekland som finns bevarade är den så kallade Antikytheramekanismen, som hittades i vattnet i närheten av den grekiska ön Antikythera och som daterats till det första århundradet före Kristus. Den är en slags mekanisk dator som användes för att beräkna astronomiska positioner.²⁵

Sven-Eric Liedman skriver i sin bok *I skuggan av framtiden: Modernitetens idéhistoria* att klockan, det mekaniska uret, är sinnebilden för den moderna tiden. De mekaniska urverken, som först såg dagens ljus någon gång under 1200-talet, var mer än bara tidmätare. De skulle framställa ett mikrokosmos av det stora världsalltet. Medeltidens stora astronomiska urverk skapade en modell av universum och därigenom simulerades också Guds skapelse av världen. Med tiden bytte analogin riktning och hela universum framstod alltmer som en klocka. Urverken stred således mot den aristoteliska världsbildens åtskillnad mellan det naturliga världsalltet och de artificiella människoskapade föremålen.²⁶ Enligt den franske läkaren La Mettrie, verksam under 1700-talet, var även människokroppen ett ofantligt och konstfullt urverk, skapat med fantastisk precision och skicklighet.²⁷ Descartes teori från 1600-talet om att djurs och människors kroppar är automatiska maskiner var till stor del en konsekvens av den mekaniska synen på världsalltet.²⁸ I *Avhandling om människan* presenterade han 1633 en mekanistisk förklaringsmodell för människans psykologiska och fysiologiska funktioner. Han jämförde också rörsystemet i hydrauliska automater med människans nervsystem.²⁹

Fascinationen för automater som simulerade verkliga livsformer nådde sin kulmen i Europa under 1700-talet och en av de mest berömda automaterna från den här tiden är Jacques de Vaucansons automatiska anka som 1738 gick, åt och bajsade på egen hand. Ankan producerade inte avföring från den ”mat” som den ”ät”, men avsikten var att lura folk att den faktiskt gjorde

²³ Engelskans ”simulacrum”/”simulacra” från latinets ”simulare”.

²⁴ Engelskans ”automaton” från grekiskans ”automatos” (”som rör sig av sig själv”). Derek de Solla Price (1964) ”Automata and the Origins of Mechanism and Mechanistic Philosophy”, *Technology and Culture*, vol. 5, nr. 1, s. 9-23.

²⁵ Derek de Solla Price (1974) ”Gears from the Greeks: the Antikythera mechanism: a calendar computer from ca. 80 B.C.”, *Transactions of the American Philosophical Society*, vol. 64, nr. 7, s. 5 och Warrick, s. 29-30.

²⁶ Sven-Eric Liedman (1999/1997) *I skuggan av framtiden: Modernitetens idéhistoria*. Albert Bonniers förlag, Stockholm 1999, s. 58-64.

²⁷ Ibid., s. 65 och Cohen, s. 70.

²⁸ Liedman, s. 65 och Knud Cederqvist Aagaard (1999) *Ljuset från Lykeion: Om psykologins klassiker*. Studentlitteratur, Lund 1999, s. 43.

²⁹ Aagaard, s. 42-43.

det och att den således hade ett eget matsmältningssystem. Men redan 1737 konstruerade Vaucanson den första fullskaliga människoliknande automaten – Flöjtspelaren, som kunde spela 12 olika melodier. 1774 presenterade den schweiziska urmakaren (och tillika armbandsurets uppfinnare) Pierre Jaquet-Droz tillsammans med sina assistenter tre androider (Ritaren, Musikern och Skrivaren) som brukar ses som de mest sofistikerade av alla automater från den här epoken. Skrivaren, den mest avancerade av de tre automaterna, var en liten pojkandroid som kunde programmeras med kugghjul till att skriva en valfri text på upp till 40 bokstäver. När maskinen startar så doppar skrivaren sin fjäderpenna i bläckkärlet, skakar den två gånger, och börjar skriva. Medan androiden skriver följer han också texten med ögonen.³⁰



Figur 1 Jaquet-Droz automat "Skrivaren"
(Fotot hämtat från Wikimedia Commons)

I den europeiska judekristna föreställningsvärlden har försöken att skapa artificiellt liv en lång historia av att förknippas med människans hybris och har i många fall setts som intrång på Guds domäner. Begreppet "Golem" används på ett ställe i Bibeln (Ps. 139:16) för att beteckna ett embryo eller en oformad massa. Enligt Talmudisk tradition var Adam ursprungligen en Golem som formades av stoft från jordens alla hörn. Han knådades först till en klump och fick sedan sina lemmar formade; först därefter fick han sin själ.³¹ Den mest berömda Golemlegenden handlar om den judiska rabbinen, mystikern och Talmudforskaren Juda Löw ben Bezulel som var verksam i Prag under 1500-talet. Enligt legenden skapade rabbinen den antropomorfiska varelsen

³⁰ Rosheim, s. 23-27 och Riskin (2003a) s. 101-104 och Riskin (2003b) s. 599-609.

Golem av lera – med hjälp av kunskap om hur Gud skapade Adam – för att försvara Prags judiska getto mot antisemitiska pogromer. Enligt vissa versioner av legenden löpte Golem emellertid amok, och det fruktades att han skulle ödelägga staden.³²

Begreppet ”homunculus” syftar enligt gamla folkliga föreställningar, inte minst inom alkemin, på en annan form av artificiellt skapad människa. Homunculus är latin för ”liten människa” och vissa alkemister som Paracelsus (1493-1541) hävdade att de hade receptet för att skapa en sådan liten människa. Varelsen odlades fram utanför den kvinnliga livmodern i ett destillationskärn av glas, med hjälp av spermier.³³

I *The family encyclopedia of useful knowledge and general literature* från 1834 beskrivs under uppslagsordet ”androides” hur den tyska filosofen, teologen, och naturforskaren Albertus Magnus (c:a 1200-1280) arbetade i 30 år med att bygga en android, som hans lärjunge Thomas av Aquino sedan förstörde.³⁴ Begreppet ”android” eller ”androides” användes på engelska för första gången under 1700-talet. Det kan etymologiskt härledas från grekiskans *andro* (människa) och *eides*, som betyder form. Begreppet ”robot” introducerades och populariserades emellertid först 1921 genom Karel Čapeks dystopiska teaterpjäs *R.U.R. (Rossum's Universal Robots)*. Pjäsen, som har många likheter med Golemlegenden och Mary Shelleys *Frankenstein*, handlar om robotar som designats för att fungera som slavar åt mänskligheten och utföra allt arbete i samhället.³⁵ Robotarna är intelligenta i viss mån men saknar själ, affekter eller egen vilja. *R.U.R.* är främst en kritik mot industrialismens exploatering av arbetarna och dess dehumaniserande krafter. Robotarna i pjäsen är organiska och påminner således mer om det som idag brukar kallas för androider inom science fiction-litteraturen. Efterhand utvecklar robotarna känslor och revolterar mot mänskligheten.³⁶

Den rysk-amerikanske författaren Isaac Asimov brukar ses som grundaren till den del av science fiction-litteraturen som intresserar sig för robotar. Begreppet ”robotics” (*robotik*) myntades av Asimov 1941, i novellen *Liar!*, och det har samma språkliga form som exempelvis ”electronics”, eller ”mechanics” – två till robotiken närbesläktade teknologiska och vetenskapliga områden. Asimov hade en optimistisk syn på den teknologiska utvecklingen i allmänhet och relationen mellan människan och den intelligenta maskinen i synnerhet. Begreppet ”Frankensteinkomplex” myntades av Asimov för att beteckna den rädsla för intelligenta maskiner som så ofta skild-

³¹ Cohen, s. 38.

³² Robert Plank (1965) ”The Golem and The Robot”, *Literature and Psychology*, vol. 15, s. 14-15 och Lisa Nocks (1998) ”The Golem: between the technological and the divine”, *Journal of Social and Evolutionary Systems*, vol. 21, nr. 3, s. 290-294.

³³ Plank, s. 17-18.

³⁴ Se även Cohen, s. 29-30.

³⁵ ”Robota” betyder arbete, eller hårt arbete, på tjeckiska. ”Robotnik” betyder livegen arbetare, träl, eller slav. Se exempelvis: <http://www.slovník.cz/>

³⁶ Karel Čapek (2004/1921) *R.U.R. (Rossum's Universal Robots)*. Översatt till engelska av Claudia Novack. Penguin Books, London 2004.

rades i science fiction-litteraturen. Efter andra världskriget tillhörde Asimov den minoritet av science fiction-författare som skildrade mer utopiska framtidsvisioner.³⁷

Entreprenören och visionären Joseph Engelberger studerade samtidigt som Isaac Asimov vid Columbia University under 1940-talet, och han fascinerades av Asimovs robotberättelser. 1956 träffade han uppfinnaren George C. Devol och tillsammans bildade de bolaget Unimation – världens första robottillverkare. 1959 lanserades den första prototypen av Unimate, som byggde på Devols patent för ”Programmed article transfer”.³⁸ Devols mål var att skapa flexibel (universell) automation – ”unimation”. 1961 togs den första Unimateroboten – världens första industrirobot – i bruk vid ett löpande band i en av General Motors fabriker.³⁹ Det var Engelberger som såg kopplingen mellan Devols uppfinning och science fiction-robotar, och det var han som insisterade på att maskinen skulle kallas för en robot. 1967 besökte Engelberger Japan för att, på inbjudan av regeringen, hålla ett föredrag om Unimations industrirobotar och han blev förbluffad över det enorma intresset som fanns i Japan för robotar. 1969 började den första japanska industriroboten tillverkas av Kawasaki, på licens från Unimation. Företaget hade med Engelberger förhandlat fram en tioårig licens att tillverka och sälja Unimaterobotar i Japan och Sydostasien.⁴⁰ Japan hade därmed inlett sin utveckling mot att bli det mest robotiserade landet i världen. Men för att förstå den historiska bakgrunden till det japanska intresset för robotar så måste vi gå tillbaka till 1500-talet, när mekaniska urverk från Europa fördes in i Japan.

³⁷ Warrick, s. 53-66.

³⁸ Schodt (1990/1988) s. 30-35 & Isaac Asimov (1995) *The Complete Robot*. Voyager, London 1995, s. 11-12.

³⁹ <http://www.robothalloffame.org/inductees/03inductees/unimate.html>, 2013-10-18.

⁴⁰ Schodt (1990/1988) s. 111-113.

Japan – Robotkungadömet

Den japanska urtillverkningsindustrin har sina rötter i de europeiska mekaniska urverk som fördes in i Japan under 1500-talet. Den spanska jesuiten och missionären Frans Xavier tros ha fört in den första mekaniska klockan till Japan 1551 – som en gåva till en feodalherre.⁴¹ Dessa urverk fick, tillsammans med kinesisk teknologi, en stor betydelse för utvecklingen av *Karakuri ningyō* – de japanska mekaniska dockor som började byggas under 1600-talet. *Ningyō* betyder docka och begreppet *Karakuri* betyder en mekanism som syftar till att lura, vilseleda eller överraska åskådaren. Dockorna är också förknippade med magi och mysticism. Karakurihantverket blomstrade framförallt under mitten och slutet av Edo-perioden, som varade mellan 1603 och 1868. Det är en epok i den japanska historien som kännetecknas av isolation gentemot omvärlden – vilket inte minst präglade den japanska kulturella utvecklingen som till stor del fortskred utan utländska influenser.⁴²

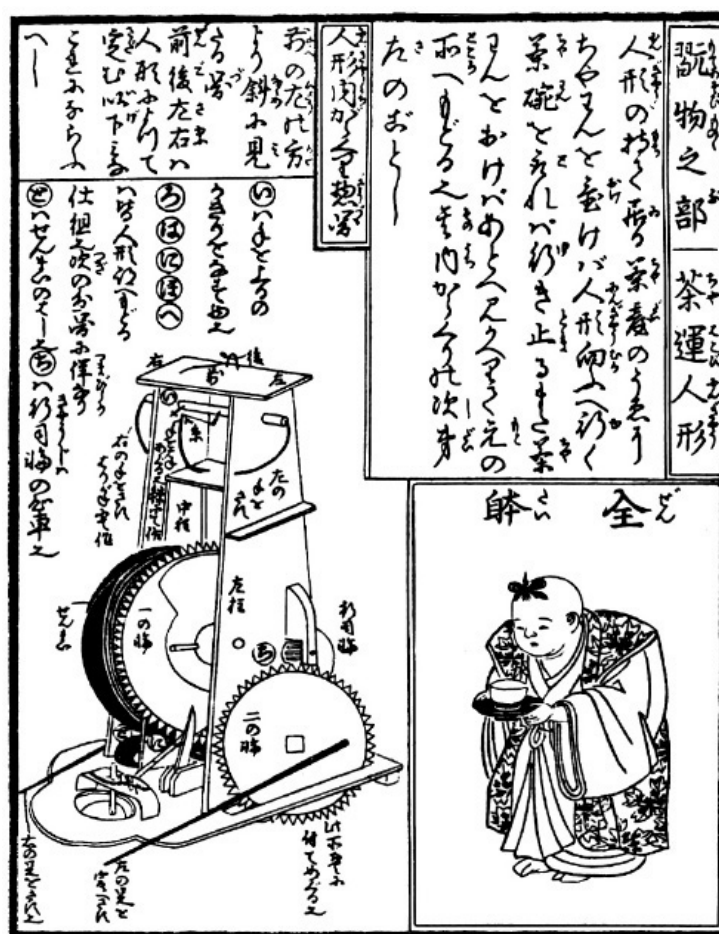


Figur 2 Teserverande karakuridocka från British Museum
(Fotot hämtat från Wikimedia Commons)

Den japanska teserverande träroboten – som först konstruerades under 1700-talet och som är den mest välkända karakuridockan – förflyttade sig på egen hand, och interagerade med sin om-

⁴¹ Schodt (1990/1988) s. 57 och Timon Screech (1996) *The western scientific gaze and popular imagery in later Edo Japan*. Cambridge University Press, Cambridge 1996, s. 79.

givning på ett sätt som gör att den kan anses besitta en mycket primitiv form av artificiell intelligens. Eftersom den dessutom utförde ett arbete, genom att servera te, så kan den betraktas som den första mobila autonoma roboten.⁴³ Men i grund och botten var det en underhållningsrobot, och karakuribyggandet var ett konstnärligt hantverk. Ichiro Kato – en av de verkliga pionjärerna för byggandet av humanoida robotar i Japan – skrev 1982 i en vetenskaplig tidskrift att karakuri-dockorna skiljde sig från 1700-talets europeiska automater genom att de inte representerade ett sökande efter ny vetenskaplig kunskap.⁴⁴ Karakurihantverket var länge förknippat med hemlighetsmakeri, men det förändrades när Yorinao (Hanzo) Hosokawas monumentala verk *Karakuri Zui*, en manual för konstruktionen av japanska klockor och automater, publicerades 1796.⁴⁵



Figur 3 Manual för konstruktionen av tserverande karakuri i *Karakuri Zui* (1796).⁴⁶

⁴² Schodt (1990/1988) s. 55-72 och Hornyak, s. 13-28.

⁴³ Rosheim, s. 27 och Lisa Nocks (2008) *The robot: the life story of a technology*. Johns Hopkins University Press, Baltimore 2008, s. 36.

⁴⁴ Schodt (1990/1988) s. 65. Kato var professor vid Waseda-universitetet, där hans forskargrupp 1973 färdigställde världens första fullskaliga humanoid: WABOT-1.

⁴⁵ Ibid. s. 60 och Screech, s. 66 & 82.

⁴⁶ Bild hämtad från <http://www.karakuri.info/zashiki/index.html>, 2013-10-16.

Karakuri ningyō har haft en stor betydelse för utvecklingen av, och inställningen till, olika typer av robotar och automatiska maskiner i Japan. Dessa robotdockor – som förkroppsligar en sammansmältning av konst och teknologi – har varit en viktig och vördad del av den japanska kulturen under lång tid. Karakuridockorna blev en del av religiösa ceremonier och festivaler under Edo-perioden, och den ofta omtalade japanska kopplingen mellan robotar och religion kan således spåras till denna historiska epok.⁴⁷

Buddharoboten *Gakutensoku* – som ofta kallas för den första moderna japanska roboten – byggdes 1928. Makoto Nishimura, som byggde roboten, var en konstnärligt lagd biolog och botaniker. I juli 1924 hade Karel Čapeks teaterpjäs *R.U.R.* premiär i Tokyo och dess titel översattes till *Jinzo Ningen*, vilket betyder artificiell människa. Čapeks berättelse fick en stor betydelse för det japanska intresset för robotar. *R.U.R.* inspirerade en mängd japanska litterära verk, och 1926 skrev fysiologiprofessorn och eugenikförespråkaren Hisomu Nagai en artikel som tog avstamp i Čapeks teaterpjäs för att diskutera möjligheten att skapa en artificiell människa. 1928 togs även termen *roboto* (robot) med i japanska ordböcker för första gången.⁴⁸

Kejsar Hirohitos officiella kröningsceremoni ägde rum i Kyoto den 10 november 1928 och vid en utställning (liknande de stora världsutställningarna) med över tre miljoner besökare under firandet i Kyoto visades den gyllene Buddharoboten *Gakutensoku* upp för allmänheten. Den pneumatiskt drivna och över tre meter höga humanoiden, som satt bakom ett altarliknande skrivbord, kunde öppna och stänga sina ögon, le, och skriva kinesiska tecken. Namnet *Gakutensoku* betyder: ”att lära sig från naturens lagar”. Roboten var uppbyggd av trä och stål som var täckt av ett gyllene gummiskinn. En lufttrycksregulator styrde roboten genom gummirör inuti dess armar och torso och andningen simulerades genom att robotens kinder blåstes in och ut. Med hjälp av fjädrar och kugghjul i robotens huvud kunde den uppvisa olika ansiktsuttryck. Roboten gjorde ett starkt intryck på de människor som besökte utställningen, och vissa av dem bad böner till den.⁴⁹

⁴⁷ Schodt (1990/1988) s. 55-72 och Hornyak, s. 13-28.

⁴⁸ Hornyak, s. 29-35 och Schodt (1990/1988) s. 29-30. Enligt Schodt dröjde det över ett decennium från premiären av *R.U.R.* till det att *roboto* ersatte *Jinzo Ningen* som det japanska standardbegreppet för robot.

⁴⁹ Hornyak, s. 34-37 och <http://www.japantimes.co.jp/life/2008/08/20/digital/the-face-that-launched-a-thousand-robots>, 2013-11-06.



Figur 4 Gakutensoku och Makoto Nishimura (till vänster)
(Photo credit: Matsuo Hiroshi)

Nishimuras mål var att få roboten att i så stor utsträckning som möjligt se ut som en levande varelse. Han var själv influerad av den buddistiska doktrinen *banbutsu dokon*, enligt vilken alla ting i skapelsen emanerar från samma källa.⁵⁰ En plakett på roboten hade följande inskription på japanska och engelska: "Man's maker is God. Man findeth God in his work, Without God civilization becometh a curse."⁵¹ Nishimura författade också en artikel där han refererade till *R.U.R.* och skrev att om man ser människan som naturens barn så är artificiella, människoskapade, människor följaktligen naturens barnbarn. En replika av *Gakutensoku* finns på Osakas vetenskapsmuseum, vars chefskurator har sagt att *Gakutensoku* designades för att genom en förening av konst och vetenskap bli en idealmänniska. Enligt Hornyak var Gakutensoku fundamentalt annorlunda än sina samtida västerländska motsvarigheter, som hade ett mer mekaniskt utseende och ett mer nyttobetonat syfte.⁵²

⁵⁰ Hornyak, s. 32 & 36-38.

⁵¹ Ibid., s. 37-38.

⁵² Ibid.

Den japanska industrirobotrevolutionen

Begreppet *mekatronik* ("mechatronics" på engelska eller "mekatoro" på japanska) myntades av robottillverkaren Yasakawas chefsingenjör Tetsuro Mori 1969 och blev snart ett modeord i Japan. Begreppet är en sammansättning av de två huvudsakliga teknologierna som ingår i robotiken – mekanik och elektronik – men även datorteknik och reglerteknik räknas till de mekatroniska teknologierna idag. Begreppet mekatronik (som senare började användas även i västvärlden) blev under 1970-talet en viktig del i en nationell strategi för att stärka Japans ställning i världen med hjälp av teknologi.⁵³ Satsningen på industrirobotar under 1970-talet och 1980-talet ledde till avsevärda förbättringar av produktivitet och kvalitet inom den japanska industrin. 1986 hade Japan 116,000 industrirobotar i drift, och USA hade bara 25,000. Den amerikanska författaren och tolken Frederik L. Schodt bestämde sig för att undersöka varför den japanska robotiseringen av fabriker gick så mycket snabbare än den amerikanska, genom att intervjua människor med koppling till robotik i Japan. Resultatet blev boken *Inside the Robot Kingdom: Japan, Mechatronics, and the Coming Robotopia* (1988), där Schodt beskriver den japanska robotteknologin och dess betydelse för det japanska samhället. Ur ett svenskt perspektiv är det intressant att notera att när Schodt skrev sin bok hade Sverige en klar andraplats, efter Japan, på listan över länder med flest industrirobotar per industriarbetare; Sverige beräknades ha mer än tre gånger så många industrirobotar per industriarbetare i jämförelse med USA. Västeråsbaseade ASEA hade dessutom 10 procent av världsmarknaden för industrirobotar.⁵⁴

Idag kontrollerar japanska företag över 50 procent av världsmarknaden för industrirobotar.⁵⁵ Robotteknologin har haft en stor betydelse för Japans framväxt efter andra världskriget som en ekonomisk supermakt. Trenden just nu är att det satsas stora resurser på att utveckla icke-industriella robotar som hälsovårdsrobotar och personliga robotar för hemmabruk. Det talas ofta om att en ny "robotrevolution" kan vara nära förestående – att robotar snart kan vara en del av vardagen för alla japaner – och många japaner har med stolthet talat om sitt land som *robotto okoku*, "The Robot Kingdom".⁵⁶

Skillnader mellan Japan och västvärlden

Robotar har en helt annan roll i den japanska kulturen än i den västerländska. I japanska *manga* (tecknade serier) och *anime* (animerade filmer och TV-serier) är robotarna ofta hjältar och mänsk-

⁵³ Schodt (1990/1988) s. 42-44.

⁵⁴ Ibid., s. 14-17 & 182.

⁵⁵ http://www.meti.go.jp/english/press/2013/pdf/0718_01.pdf, 2013-11-04.

⁵⁶ Schodt (1990/1988) s. 14.

lighetens räddare, till skillnad från västerländsk science fiction där robotar och androider oftast beskrivs som ett hot mot mänskligheten. Japanska robotforskare är uppväxta med denna syn på robotar, och deras förhoppningar om att kunna förverkliga sina drömmar om att skapa robotar som liknar de som finns inom science fiction-kulturen är förmodligen en viktig förklaring till varför robotforskningen är så populär i Japan.⁵⁷

Arvet efter Mighty Atom

Osamu Tezuka (1928-89) kallas ofta för mangans fader och hans mest berömda verk är *Tetsuwan Atomo* (översattes av Tezuka själv till "Mighty Atom" på engelska) som i västvärlden är mer känd som *Astro Boy*. Den första mangaserien om Mighty Atom – robotpojken med jetdrift i stövlarna och en atomreaktor som hjärta – publicerades 1951. Berättelsen om Mighty Atom börjar med att den Dr. Frankensteinliknande figuren Dr. Tenma, som är chef för Vetenskapsministeriets avdelning för precisionsmaskiner, förlorar sin älskade son Tobio i en tragisk bilolycka. Han bestämmer sig då för att skapa en robotkopia av sin son, med hjälp av den allra senaste teknologin.⁵⁸

Science fiction och robotik är två intimt sammanvävda domäner. Många japanska robotforskare som är inriktade mot humanoida robotar säger att Mighty Atom var en viktig orsak till att de blev intresserade av robotik från början, och vissa talar också om en japansk dröm att bygga en riktig Mighty Atom.⁵⁹ Den japanska farmakologen och science fiction-författaren Hideaki Sena menar att robotiken i Japan skiljer sig från andra typer av vetenskap genom sina nära band till fiktiva berättelser och karaktärer. Sena spekulerar också om vad som kännetecknar "japanskheden" i japansk vetenskap. Det är en intressant fråga, menar han, eftersom så mycket av vår tids vetenskap tycks vara baserad på västerländska värderingar. Genom sin världsledande robotforskning kan Japan för första gången skapa en genuint *japansk* vetenskap, skriver Sena. Styrkan hos Mighty Atom är just att alla i Japan känner till den lilla robotpojken; genom att hänvisa till Mighty Atoms egenskaper kan robotforskarna förklara sin forskning så att även vanligt folk förstår vad de menar. Mighty Atom blir ett slags gränssnitt mellan människa och maskin, precis som han är i Tezukas berättelser.⁶⁰

1986 fick Masato Hirose i uppdrag av sina chefer på teknikföretaget Honda att bygga en riktig version av Mighty Atom. 1995 hade Hirose och hans team lyckats konstruera världens första självreglerande, tvåbenta humanoida robot: P-2. Den kunde bland annat skjuta en vagn fram-

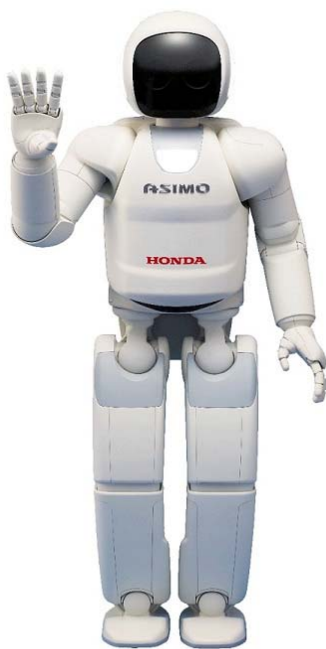
⁵⁷ För att förstå vilken enorm betydelse som manga har inom den japanska kulturen så kan det nämnas att när mangaförsäljningen stod på topp 1996 så var 40 procent av alla böcker och tidskrifter som såldes i Japan manga. Se Schodt (2007) s. 138.

⁵⁸ Frederik L. Schodt (2007) *The Astro Boy Essays: Osamu Tezuka, Mighty Atom, and the Manga/ Anime Revolution*. Stone Bridge Press, Berkeley 2007.

⁵⁹ Se t. ex. Hornyak, s. 54 och Peter Menzel & Faith D'Aluisio (2000) *Robo sapiens: Evolution of a New Species*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts 2000, s. 196.

för sig och gå i trappor.⁶¹ De främsta argumenten för att bygga *humanoider* – antropomorfiska robotar som försöker efterlikna människans kropp och rörelseförmåga – är att våra samhällen har byggts just för att passa oss människor. I våra städer och hem finns ofta trappor och för att gå upp för dessa trappor så duger det inte med en robot som rullar på hjul: det ultimata är att ha två ben som vi människor har. För att öppna dörrar i huset så bör roboten ha armar och händer och dessutom måste den vara tillräckligt lång för att nå upp till dörrhandtaget.

P-2 väckte emellertid etiska frågeställningar hos Hondas chefer, som undrade hur den kristna världen skulle se på företagets robotar. 1996 åkte chefen för Hondas forskningscenter till Rom för att fråga om Vatikanen hade några invändningar mot att företaget strävade efter att skapa en konstgjord människa. Kunde detta ses som ett intrång på Guds domäner? Ärkebiskopen Joseph Pittau svarade att det är Gud som ger människan liv och att det är Gud som ger henne sin fantasi att skapa saker. Förutsatt att inte robotarna skulle användas för att begå brottsliga handlingar tycktes inte Pittau ha några invändningar mot den nya robotteknologin.⁶² Honda fortsatte således att utveckla sin version av Mighty Atom och resultatet av deras ansträngningar är den 130 cm långa astronautliknande ASIMO, som är världens mest avancerade tvåbenta humanoida robot. ASIMO fungerar som en (teknologi)ambassadör för Honda och för Japan; roboten har blivit berömd i stora delar av världen.



Figur 5 ASIMO

(Fotot hämtat från <http://asimo.honda.com/gallery/>)

⁶⁰ Hideaki Sena (2003) "Astro Boy Was Born on April 7, 2003." *Japan Echo*, vol. 30, nr. 4, s. 9-12.

⁶¹ Yuzo Yamaguchi (2002) "All too human", *Automotive News*, vol. 76, nr. 5968, s. 100-101.

⁶² Ibid.

Religionens betydelse

Skapandet av humanoider sker i ett spänningsfält mellan science fiction och vetenskap, samt mellan religion och vetenskap. I Japan samverkar de två stora religionerna – shintoismen och buddhismen – i ett synkretistiskt förhållande. Shintoismen är en inhemsk polyteistisk religion som har sina rötter i muntligt traderade myter och riter. Det mest centrala begreppet inom Shintoismen är *kami* vilket är benämningen på de olika gudar/andar/livskrafter som tillbes. Buddhismen och shintoismen skiljer sig från judendomen och kristendomen genom att människan inte ges någon särställning i världen. Precis som att en människa kan bli en *buddha* (en upplyst) så kan han också under vissa betingelser bli en kami. Begreppet kami är betydligt mer inkluderande än det västerländska begreppet gud och låter sig inte inringas genom en stringent definition.⁶³ Kami kan beskrivas som en kraft eller en ande som finns i naturen. Även människoskapade artefakter som verktyg och mekaniska dockor (eller robotar) kan enligt shintoismen och buddhismen vara besjälade.⁶⁴

Religionen framställs ofta såväl i populärvetenskapliga artiklar som i intervjuer med robotforskarna själva som en stor anledning till de skillnader som finns när det gäller synen på människoliknande robotar i Japan och i västvärlden. När industrirobotarna började införas i japanska fabriker så hände det ofta att fabriksarbetarna gav personliga namn till robotarna och att Shinto-präster invigde de nya ”kollegorna” genom heliga ritualer. Detta fick flera västerländska besökare och journalister att häpna över den japanska animismen. Men Frederik Schodt menar att dessa invigningsritualer snart blev allt ovanligare, när robotarna växte i antal och kändes allt mindre exotiska.⁶⁵ Det tycks emellertid som att den japanska shintoismen och buddhismen snarare hjälpt än hindrat utvecklingen av robotiken i Japan. Enligt den japanska robotnestorn Masahiro Mori går vetenskapen och religionen hand i hand.⁶⁶

Masahiro Mori har grundat Muktainstitutet i Tokyo, som är en tankesmedja där buddhistiskt tänkande används för att skapa kreativa lösningar inom robotiken.⁶⁷ Mori skrev 1974 i boken *The Buddha in the Robot: A Robot Engineer's Thoughts on Science and Religion* att ”...I believe robots have the buddha-nature within them – that is, the potential for attaining buddhahood.”⁶⁸ Många västerländska analytiker har tolkat denna sentens som att Mori menar att robotarna kan utveckla

⁶³ H. Byron Earhart (1969) *Japanese religion: unity and diversity*. Dickenson Publ. Co., Belmont 1969, s. 5-6 och Robert Ellwood (2008) *Introducing Japanese religion*. Routledge, New York 2008, s. 18 & 47-48 & 60.

⁶⁴ Schodt (1990/1988) s. 195-199 & 211.

⁶⁵ Ibid., s. 195-198.

⁶⁶ ”Science and religion, far from being opposed to each other, are in this respect identical with each other”, skriver Mori. Han citerar också en buddhistisk präst som ska ha sagt: ”We must completely destroy the idea of a conflict between religion and science”. Masahiro Mori (2005/1974) *The Buddha in the Robot: A Robot Engineer's Thoughts on Science and Religion*. Översatt till engelska av Charles S. Terry. Kosei Publishing Co., Tokyo 2005, s. 172.

⁶⁷ Schodt (1990/1988) s. 209-210.

⁶⁸ Mori (2005/1974) s. 13.

ett medvetande, men Mori själv har i en intervju senare sagt (något kryptiskt) att det ibland kan vara en fördel att se på roboten som blott ett ting, medan det vid andra tillfällen är bättre att se den som en Buddha. Han tvivlar till yttermera visso på att vi någonsin kommer att veta huruvida en robot har utvecklat ett medvetande eller en egen vilja, eftersom vi inte ens vet säkert vad ett medvetande egentligen är.⁶⁹

Masahiro Mori vänder sig till Buddhas läror för att försöka förstå vad en människa är. Hiroshi Ishiguro försöker istället förstå vad en människa är genom att bygga robotar. På det sättet är han en arvtagare till Descartes, som inspirerades av sin tids hydrauliska automater för att förklara hur människan fungerade.⁷⁰ I nästa kapitel kommer jag för en stund att återvända till Descartes, för att sedan gå över till att jämföra Hiroshi Ishiguros androider med en rad andra historiska automater.

⁶⁹ Intervju med Masahiro Mori, publicerad i Norri Kageki (2012) "An uncanny Mind". *IEEE Robotics & Automation magazine*. 6 juni 2012, s. 106-112, och intervju med Masahiro Mori, publicerad på <http://robotandai.blogspot.com/>, 2013-09-03.

⁷⁰ Aagaard, s. 42-43 & Cohen, s. 68-69.

Androiden som dubbelgångare

Det finns en seglivad berättelse, eller myt, om Descartes som säger att han blev så förtvivlad när hans illegitima dotter Francine dog vid endast fem års ålder, att han byggde en androidkopia av henne. Enligt berättelsen tog Descartes med sig Francine när han 1649 skulle resa till Sverige för att besöka drottning Kristina. Men fartygets besättningsmän blev misstänksamma, eftersom de aldrig såg till Francine, så de bestämde sig för att genomsöka Descartes hytt. I hytten hittade de en kista och inuti kistan låg Francine: men det var ingen riktig flicka, utan en android med en inbyggd klockverksmekanism. Fartygets kapten blev förskräckt över denna uppenbarelse som enligt honom måste ha kommit till genom ond magi, som i sin tur förmodligen orsakat det dåliga väder som fartyget råkat ut för. Han beordrade således att androiden skulle kastas överbord. Vi vet idag att Descartes verkligen hade en dotter, vid namn Francine, som han fått genom en (utomäktenskaplig) kärleksaffär med ett köksbiträde. Descartes har sagt att det var hans livs största sorg att förlora Francine, men det finns inga bevis för att han skulle ha konstruerat en automat eller docka som liknade henne.⁷¹ Berättelsens livskraftighet vittnar om hur tätt Descartes namn är förbundet med föreställningar om automatiska maskiner och robotar. Enligt Derek de Solla Price hade Descartes redan i unga år vissa planer på att bygga en android som aktiverades med hjälp av magneter.⁷²

Den första androiden som Hiroshi Ishiguro byggde var en kopia av hans då femåriga dotter.⁷³ Ishiguro hävdar själv att hans vetenskapliga mål med att bygga androiderna är att försöka förstå vad en människa är och att hans teknologiska mål är att försöka skapa det perfekta gränssnittet mellan människa och maskin. Kopian av Ishiguros dotter kallades för Repliee R1 och stod klar 2001. Namnet Repliee kommer från franskans ”repliquer” (reproducera) och för dessutom tankarna till androiderna i Ridley Scotts dystopiska film *Blade Runner*, som där kallas för replikanter. När Ishiguros dotter fick hälsa på sin dubbelgångare Repliee R1 blev hon så rädd att hon började gråta. Androidens ryckiga rörelser och livlösa ansikte skrämde flickan, och det dröjde innan hon vågade besöka sin fars laboratorium igen.⁷⁴

Dubbelgångaren (”der Doppelgänger”) har av Freud kallats för dödens kusliga förebud (”unheimlichen Vorboten des Todes”). Men från början var den istället associerad med evigt liv. Begreppet *Doppelgänger* är inom den psykoanalytiska litteraturen starkt förknippat med den österrikiske psykoanalytikern Otto Rank, som under mer än 20 år var en av Freuds närmaste kollegor.

⁷¹ Wood, s. 3-6 & Cohen, s. 69 & Kang, s. 122-123.

⁷² Price (1964) s. 23.

⁷³ Takashi Minato et al. (2004) ”Development of an android robot for studying human-robot interaction.”, i R. Orchard, C. Yang, & M. Ali (red.) *Innovations in applied artificial intelligence*. Springer-Verlag, Berlin, s. 424-434.

⁷⁴ Se filmen *Mechanical Love* (2007) och Hornyak, s. 144.

Rank har i "Der Doppelgänger" (*Imago* III, 1914) bland annat beskrivit hur begreppet Doppelgänger är förbundet med föreställningar om en människas själ, spegelbild, skugga, tvilling, och skyddsängel. Idén om den odödliga själen kan ha varit den första idén om en kroppens dubbelgångare, som kunde leva vidare efter den kroppsliga döden, och som manifesterade sig i en människas skugga eller spegelbild i vattnet. Dubbelgångaren har enligt Freud förändrats från att för den "primitiva" människan symbolisera evigt liv, till att numera symbolisera döden.⁷⁵

I den inflytelserika science fiction-filmen *Fruarna i Stepford* (*The Stepford Wives*, 1975) visar det sig i slutet av filmen att alla fruarna i det lilla samhället Stepford har mördats och bytts ut mot dubbelgångare – mekaniska androider som är konstruerade av en ingenjör som tidigare har arbetat med att skapa robotar för Disneyland. När protagonisten i slutet av filmen för första och sista gången möter sin dubbelgångare och stirrar in i dess svarta själlösa ögon så är det just dödens kusliga budbärare som hon möter. I nästa scen är protagonisten död, och dubbelgångaren har tagit hennes plats i det lilla samhället.

Hiroshi Ishiguro blev världsberömd när han byggde en androidkopia av sig själv – en så kallad *geminoid*, ett begrepp som han myntat själv och som kommer från latinets *geminus* (tvilling) och *-oides* (likhet). Geminoid HI-1 lanserades 2006 och den följdes upp av den kvinnliga Geminoid F 2010. Ishiguro fjärrstyr geminoiden med hjälp av en dator, mikrofoner som fångar upp hans röst, och ett motion capture-system som registrerar hans läpprörelser. När Ishiguro talar så reproducerar androiden hans röst och hans munrörelser. Genom fjärrstyrningsterminalens användargränssnitt kan han med ett enkelt musklick få roboten att nicka, eller vrida huvudet åt ett visst håll. Dessutom är roboten precis som hans tidigare androider programmerad till att blinka, rycka till, och "andas" regelbundet, för att se så verklighetstrogen ut som möjligt.⁷⁶ Att skaffa sig en dubbelgångare i form av en androidtvilling tycks för övrigt vara en säker väg till kändisskap. Den danska forskaren Henrik Schärfe gick från en anonym tillvaro som lektor vid Aalborgs universitet till en plats på *TIME Magazines* lista "The 100 Most Influential People in the World" 2012 efter att Kokoro och Hiroshi Ishiguro tagit fram Schärfes egen dubbelgångare Geminoid-DK. Schärfe turnerade runt med sin android-dubbelgångare i Europa, USA och Sydamerika, och den rönt stort intresse, precis som de androider som Jacquet-Droz och Vaucanson visade upp i Europa under 1700-talet. Gemensamt för alla dessa fyra män är att de på ett mycket skickligt sätt har använt sina androider för att skapa maximal PR för sig själva och sin egen verksamhet.

⁷⁵ Sigmund Freud (2003/1919) *The uncanny* ["Das Unheimliche"]. Översättning till engelska av David McLintock. Penguin, London 2003, s. 141-143.

⁷⁶ Shuichi Nishio et al. (2007) "Geminoid: Teleoperated android of an existing person," i A.C. de Pina Filho (red.) *Humanoid Robots: New Developments*. I-Tech, Wien 2007, s. 346-349.



Figur 6 Hiroshi Ishiguro (till höger) med sin dubbelgångare Geminoid HI-1
(Photo credit: Osaka University and ATR Hiroshi Ishiguro Laboratory)

Att skapa en dubbelgångare kan förstås också vara ett sätt att fysiskt utöka sin närvaro i världen, eller att, i någon form, leva vidare efter döden. När Thomas Edison 1877 hade uppfunnit fonografen (föregångaren till grammfonen) sågs han som en modern Prometheus och en magiker ("The Wizard of Menlo Park") som med sina röstinspelningar kunde lura döden. Edisons fonograf, som presenterades på världsutställningen i Paris 1878, inspirerade den franske författaren Auguste Villiers de l'Isle-Adam till att skriva *L'Eve Future* (1886) – romanen som populariserade begreppet android. I *L'Eve Future* skapas en kvinnlig android (Hadaly) av en mytologisk version av Thomas Edison. Androiden har en inbyggd fonograf, med en mängd olika inspelningar i sitt röstbibliotek.⁷⁷

Hiroshi Ishiguros senaste projekt är en geminoidkopia av en berömd japansk 87-årig *rakugo-ka* (komisk historieberättare) vid namn Katsura Beichō. Tanken är att geminoiden ska kunna fortsätta att berätta Beichōs rakugo-historier även efter hans död. Androiden har en helt annan fysisk närvaro än vad exempelvis en TV-inspelning kan erbjuda⁷⁸ men idén om att du genom din inspelade röst i någon mån ska kunna leva vidare efter döden är densamma som Edison gav uttryck för när han diskuterade syftet med sin fonograf. Kanske är det också kännetecknande att

⁷⁷ Wood, s. 128-145.

Ishiguros uppgraderade version av sin egen dubbelgångare (Geminoid HI-2 som presenterades 2012) är en något yngre och bildskönare version av sin förebild än den förra modellen. Ishiguro kommer att åldras, men dubbelgångaren kan alltid uppgraderas till en bättre version.

Ishiguro säger att han omedvetet anpassar sig till sin geminoid när han styr den. Han märker att han börjar kopiera sin dubbelgångares rörelsemönster: rörelserna blir begränsade och robotlika. Mer fascinerande, och av vetenskapligt intresse, är kanske att om någon petar på geminoiden så upplever operatören som styr geminoiden ett fysiskt obehag, som om någon petade på honom eller henne. Detta gäller oavsett om operatören är Ishiguro själv, eller om det är någon av hans assistenter som styr geminoiden. Det finns ingen som helst force-feedback i systemet så det är alltså en rent psykologisk effekt som triggar en fysisk upplevelse.⁷⁹

Ishiguro intresserar sig i sin androidvetenskapliga forskning mycket för det japanska begreppet *sonzai-kan*, som betyder närvaro. Med hjälp av sin geminoid vill han undersöka om hans mänskliga närvaro kan utsträckas i rummet, så att han kan befinna sig på två (eller flera) platser samtidigt. Ishiguro säger i den danska dokumentärfilmen *Mechanical Love* (2007) att han vill undersöka om hans dotter kan acceptera geminoiden som sin pappa, så att han på sikt kanske kan lämna kvar geminoiden som sin ställföreträdare i hemmet. Geminoiden kan fjärrstyras, men den kan också förprogrammeras med exempelvis en föreläsning. Ishiguro och hans forskarteam vill undersöka om det går att överföra *sonzai-kan* över Internet till en avlägsen plats, genom att exempelvis använda en fjärrstyrd geminoid i ett möte, eller sammanträde. De har bland annat placerat geminoiden på en konst- och teknikfestival i Österrike, där festivalens besökare har fått interagera med roboten som, utan besökarnas vetskap, fjärrstyrdes av en av Ishiguros kollegor.⁸⁰ När försöksdeltagare får interagera med ett system (en dator eller en robot) som de tror är autonomt men som i själva verket (helt eller delvis) styrs av en människa så kallas det inom robotiken för ett Wizard of Oz-experiment. I slutet av filmen *Wizard of Oz* (1939) visar det sig nämligen att trollkarlen är en bluffmakare, som gömmer sig bakom ett draperi där han styr ett dolt maskineri. Wizard of Oz-experiment är vanligt förekommande inom androidvetenskapen.

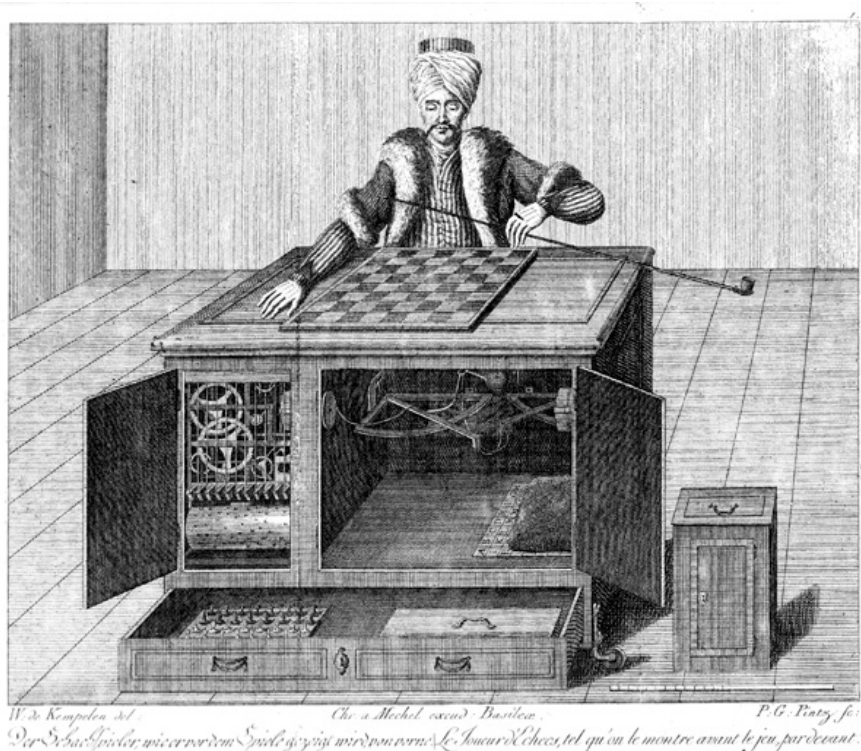
⁷⁸ Hiroshi Ishiguro "Me, myself and my android" – TEDxSeeds 2012 och *Vetandets värld*, P1, "Människolika robotar på väg in i vår vardag", 2013-05-10.

⁷⁹ Hiroshi Ishiguro & Shuichi Nishio (2007) "Building artificial humans to understand humans." *Journal of Artificial Organs*, vol. 10, nr. 3, s. 138-141 och Alimardani et al. (2011) "Body ownership transfer to tele-operated android through mind controlling", *HAI-2011*, Kyoto Institute of Technology.

⁸⁰ Christian Becker-Asano et al. (2010) "Exploring the uncanny valley with Geminoid HI-1 in a real-world application", *LADIS Intl. Conf. Interfaces and Human Computer Interaction*, Freiburg, Tyskland, s. 121-128.

Den schackspelande turken

Den berömda schackspelande maskinen ”Turken”, som byggdes av Wolfgang von Kempelen 1769, har vissa likheter med Ishiguros geminoider då båda maskinerna har använts till att lura människor till att tro att maskinen är mer autonom än vad den egentligen är. Turken turnerade runt i Europa och USA under olika perioder, fram tills det att den förstördes i en brand 1854, men människorna som gömde sig inne i maskinen byttes ut efter hand. Turken vann nästan alla matcher den spelade (bland annat mot Napoleon) och det berodde på att det oftast var någon av dåtidens bästa schackspelare som satt där inne och styrde maskinen.⁸¹ Det finns en liknande illusion inblandad här: geminoiden är ju i grunden precis som Turken en mekanisk docka som styrs av en människa, men vi låter oss gärna luras till att tro att det är en autonom varelse eftersom det är en spännande tanke, även om vi i grund och botten är medvetna om att det är en bluff. Publikerna på Turkens matcher deltog mer eller mindre medvetet i denna bluff, på nästan samma sätt som människor idag gör på trolleriföreställningar. Vissa låter sig kanske bara fascineras av tricket, medan andra finner ett intellektuellt nöje i att försöka lista ut hur tricket är konstruerat.⁸²



Figur 7 Kempelens schackspelande Turk. Inuti den stora lådan satt en människa hopkurad över ett eget schackbräde och styrde det yttre schackbrädets pjäser med hjälp av en pantograf.
(Kopparstick av Karl Gottlieb von Windisch (1783). Bilden är hämtad från Wikimedia Commons.)

⁸¹ Wood, s. 60-110.

⁸² Ibid. Det skulle dröja ända till 1997 innan en artificiell intelligens (IBM:s Deep Blue) kunde besegra världsmästaren i schack (Garry Kasparov).

Att Kempelen valde att ge schackspelaren ett orientaliskt utseende hade dubbla syften: för det första antogs spelet schack ha sitt ursprung i Orienten och för det andra förknippades Orienten med mysticism och magi.⁸³ Denna orientalism (som kritiserades av Edward Said) har tagit sig delvis andra uttryck inom science fiction-genren från slutet av 1900-talet. Mysticismen finns kvar, men magin har ersatts med teknologi i något som kan kallas för *teknorientalism*. Förutom att det finns en sanning i att japanerna har kommit längre än Europa och USA när det gäller den humanoida robotteknologin så finns det också en stark koppling till science fiction-genrens ikonografi, inte minst inom subgenren *cyberpunk* vars mest berömda verk är romanen *Neuromancer* (William Gibson, 1984) och filmen *Blade Runner* (Ridley Scott, 1982). William Gibson (ofta kallad cyberpunkens fader) har sagt att på 1980-talet så *var* Japan cyberpunk; det *var* science fiction.⁸⁴ Att *Blade Runner*, science fiction-genrens mest stilbildande film om androider, utspelar sig i en stad som ser ut som en framtida version av Shibuya, Tokyo, bidrar onekligen till att Hiroshi Ishiguros androider framstår som än mer exotiska och spännande för oss i väst. Det ökar androidteknologins attraktionskraft och mystik. Men *Blade Runners* mot mänskligheten revolterande androider är också ett utmärkt exempel på det som Isaac Asimov kallade för Frankensteinkomplex.

Frankensteinkomplex eller livmodersavund?

Ur ett feministiskt perspektiv kan de manliga försöken att skapa artificiellt liv tolkas som resultatet av dessa mäns livmodersavund.⁸⁵ Litteraturvetaren Robert Plank har framlagt teorin att männens genom historien återkommande försök att skapa liv på konstgjord väg kan bygga på en vilja att kringgå den sexuella akten, för att på så sätt uppnå en ”renare” skapelseakt.⁸⁶ I inledningen av *Mechanical Love* (2007) visas en sekvens från en föreläsning som Hiroshi Ishiguro håller vid Nagoyas universitet. Ishiguro inleder föreläsningen med att fråga sina åhörare: ”Om vi har brist på människor: varför inte bygga nya?” Ishiguro tycks vilja odla myten om sig själv som en excentrisk forskare, i Frankensteins fotspår. Det är ibland svårt att veta om han talar direkt från hjärtat eller om han är ute efter att provocera och maximera sin mediala exponering.

Orsaken till att Hiroshi Ishiguro gick över till att bygga fullvuxna androider var att han ansåg att experimentet med Repliee R1 (hans dotters dubbelgångare) var ett misslyckande eftersom androidens ansikte såg livlöst ut (den lilla roboten hade endast plats för nio stycken DC-motorer i huvudet) och att roboten därför uppfattades som kuslig. Hiroshi Ishiguros slutsats var att andro-

⁸³ Wood, s. 61-63.

⁸⁴ William Gibson (2001) ”The Future Perfect: How did Japan become the favored default setting for so many cyberpunk writers?” *TIME Asia*, vol. 157, nr. 17.

⁸⁵ Wood, s. xix.

⁸⁶ Plank, s. 13.

idflickan hade hamnat i det som Masahiro Mori kallade för den kusliga dalen. Eftersom androidvetenskapen tar sin utgångspunkt i Masahiro Moris idéer så kommer nästa kapitel att ägnas åt en redogörelse för, och analys av, hypotesen om den kusliga dalen.

Masahiro Mori och den kusliga dalen

Hypotesen om den kusliga dalen, ”the uncanny valley”, formulerades för första gången av Masahiro Mori i artikeln ”Bukimi no tani” [不気味の谷] som publicerades i den obskyra japanska vetenskapliga tidskriften *Energy* 1970.⁸⁷ *Energy* gavs ut av det japanska oljebolaget Esso (ett dotterbolag till Standard Oil Company). Tidskriften hade en engelsk titel, men artiklarna var skrivna på japanska. Moris artikel var en del av ett temanummer om robotik och tänkande.

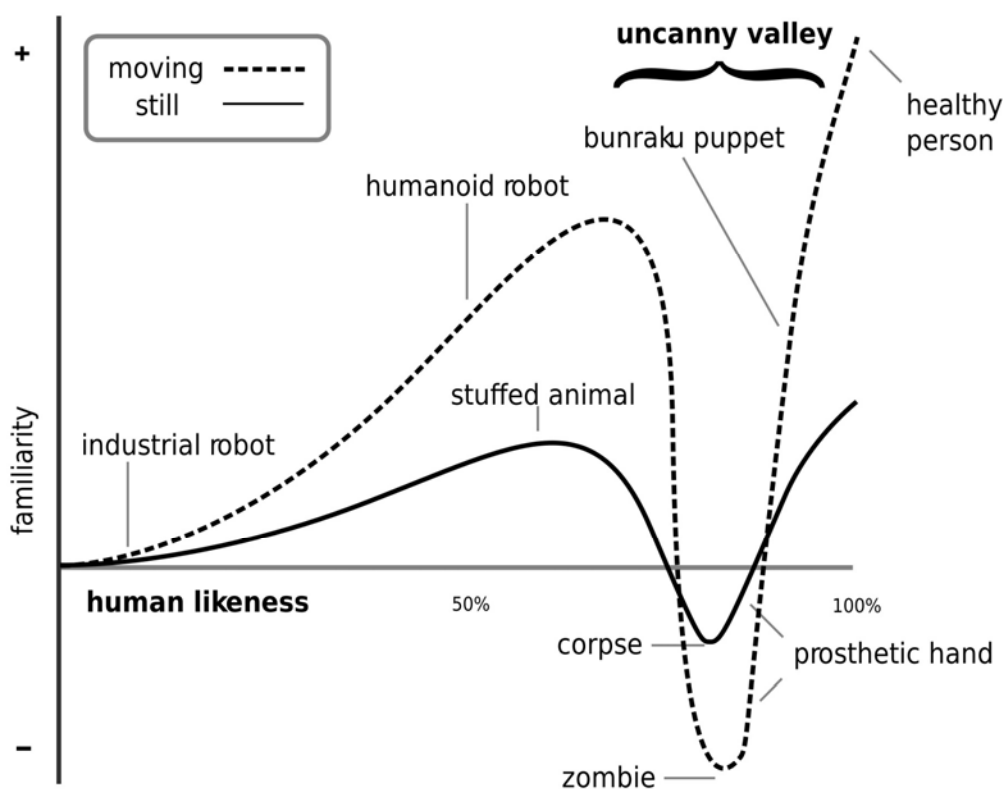
Back then, an editor at *Energy* informed me that they were going to publish an issue titled “Robotics and Thought.” He asked me to be a part of a round table on the subject along with the science fiction writer Sakyo Komatsu and Prof. Natsuhiko Yoshida (of Tokyo Institute of Technology), whose expertise was in philosophy and logic. I was asked to write something for the issue as well. Since I was a child, I have never liked looking at wax figures. They looked somewhat creepy to me. At that time, electronic prosthetic hands were being developed, and they triggered in me the same kind of sensation. These experiences had made me start thinking about robots in general, which led me to write that essay. *The uncanny valley was my intuition. It was one of my ideas.* [min kursivering]⁸⁸

Mori hävdade i artikeln att ju mer människoliknande robotar blir desto mer tilltalande känns de för oss människor – fram till en viss punkt, då de istället framstår som kusliga. Längst till vänster på grafen (figur 8) återfinns industrirobotar som nästan inte liknar människor över huvud taget. Sedan kommer en första topp för rörliga objekt (den streckade linjen) där man kan placera in humanoida (människoliknande) robotar. Ju mer människolika vi gör dem, desto högre upp hamnar de på kurvan, tills de plötsligt faller ner djupt i den kusliga dalen eftersom de blivit *för* människolika, men utan att vara *helt* människolika. Om vi däremot lyckas bygga en robot som inte går att skilja från en människa så hamnar den på andra sidan av den kusliga dalen. Eftersom Mori ansåg att det var extremt svårt att bygga människoliknande robotar som var så lika människor att de lyckades passera den kusliga dalen och nå den andra toppen på kurvan där vi enligt grafen har 100 % människolikhet (där det står ”healthy person”) så varnade han robotforskarna för att försöka konstruera robotar som var alltför människolika. Längst ner i den kusliga dalen för orörliga objekt (den heldragna linjen) finns människolik, och längst ner i den betydligt djupare kusliga dalen för rörliga objekt (den streckade linjen) finns zombier – de levande döda. Mori menade nämligen att rörelser gör att uncanny valley-effekten förstärks avsevärt. Att en handprotes befinner sig nere i den kusliga dalen beror på Moris beskrivning av att skaka hand med en person som

⁸⁷ Artikeln återpublicerades i *Robocon Magazine*, nr. 28, 2004. Se: <http://www.ohmsha.co.jp/robocon/archive/maga/no028/pdf/souzou28.pdf>, 2013-11-12.

⁸⁸ Intervju med Masahiro Mori, publicerad i Norri Kageki (2012) ”An uncanny Mind”. *IEEE Robotics and Automation magazine*, vol. 19, nr. 2, s. 112.

ser ut att ha en riktig hand, för att under handslaget inse att det i själva verket är en konstgjord hand, och därmed uppleva en kuslig känsla. Mori avslutade sin artikel med en uppmaning som är en av de viktigaste utgångspunkterna för dagens androidvetenskapliga forskning: ”We should begin to build an accurate map of the uncanny valley so that through robotics research we can begin to understand what makes us human. This map is also necessary to create – using nonhuman designs – devices to which people can relate comfortably.”⁸⁹ Mori menar alltså att vi med hjälp av hans hypotes om den kusliga dalen måste kartlägga vad en människa egentligen är så att vi kan skapa robotar som är tilltalande för andra människor och inte riskerar att framstå som kusliga för oss. Det kan tyckas som en märklig tankegång, men det är en tankegång som har övertagits av Hiroshi Ishiguro.



Figur 8 Förenklad version av graf från Mori (2005/1970) ”The uncanny valley”.

Det var emellertid inte förrän vid det senaste sekelskiftet som den vetenskapliga forskningen om relationen mellan människor och robotar tog fart på allvar. Enligt Mori själv så var intresset för hans hypotes i princip obefintligt efter det att artikeln publicerats. En orsak till detta ointresse kan

⁸⁹ Masahiro Mori (2012/1970) ”Bukimi no tani [The uncanny valley]”. Engelsk översättning av Karl F. MacDorman och Norri Kageki. *IEEE Robotics and Automation magazine*, vol. 19, nr. 2, s. 98-100.

vara att Mori helt enkelt var före sin tid; 1970 när ”Bukimi no tani” publicerades så fanns det inga robotar som såg ut som människor.⁹⁰

Den första kända engelskspråkiga redogörelsen för Moris hypotes återfinns i Jasia Reichardts bok *Robots: Fact, Fiction and Prediction* från 1978. Reichardt anger inte någon adekvat källhänvisning till originalartikeln i *Energy*, men däremot talar det mesta för att det var i Reichardts bok som det engelska begreppet ”the uncanny valley” 1978 myntades, som en översättning av Moris begrepp ”Bukimi no tani”.⁹¹ Begreppet the uncanny valley förde en tämligen undanskymd tillvaro fram till sekelskiftet 2000, då utvecklingen av datorgrafik och robotteknologi innebar att Moris tankegångar blev alltmer relevanta och applicerbara på verkligheten, samtidigt som hans artikel blev alltmer omtalad.⁹² Författarna till artikeln ”Uncanny Valley Revisited” (2005) tog kontakt med Masahiro Mori för att fråga om Reichardts bok verkligen innehöll en korrekt redogörelse för hans hypotes, vilket bekräftades av Mori.⁹³

Karl F. MacDorman och Takashi Minato presenterade 2005 den första engelska översättningen av Moris ursprungliga artikel, och det är idag den mest refererade översättningen som används när den kusliga dalen diskuteras i västvärlden. Grafen i figur 8 finns bland annat i Wikipedias artikel om the uncanny valley och den har fått en påtaglig spridning på Internet, tillsammans med själva hypotesen och begreppet ”the uncanny valley”. Men det som ofta glöms bort när figuren skickas runt på webben är att som översättarna skriver: ”This is a simplified version of the figure appearing in the *Energy* article.”⁹⁴ Olika typer av No-masker har tagits bort i den förenklade versionen, men dess utformning enligt figur 8 stämmer enligt min mening väl överens med andemeningen i Moris hypotes, såsom den har översatts till engelska och såsom den har blivit känd inom filmvetenskapen och datorspelsindustrin. Reichardts bok innehåller emellertid de fullständiga graferna. I juni 2012 kom en språkligt förbättrad engelsk översättning av *Energy*-artikeln, med kompletta fotnoter och bilder (vilket saknades i översättningen från 2005). Översättningen (som gjorts av MacDorman & Kageki) har godkänts av Mori och innehåller dessutom en mer lättläst version av de fullständiga graferna (se figur 9 nedan).

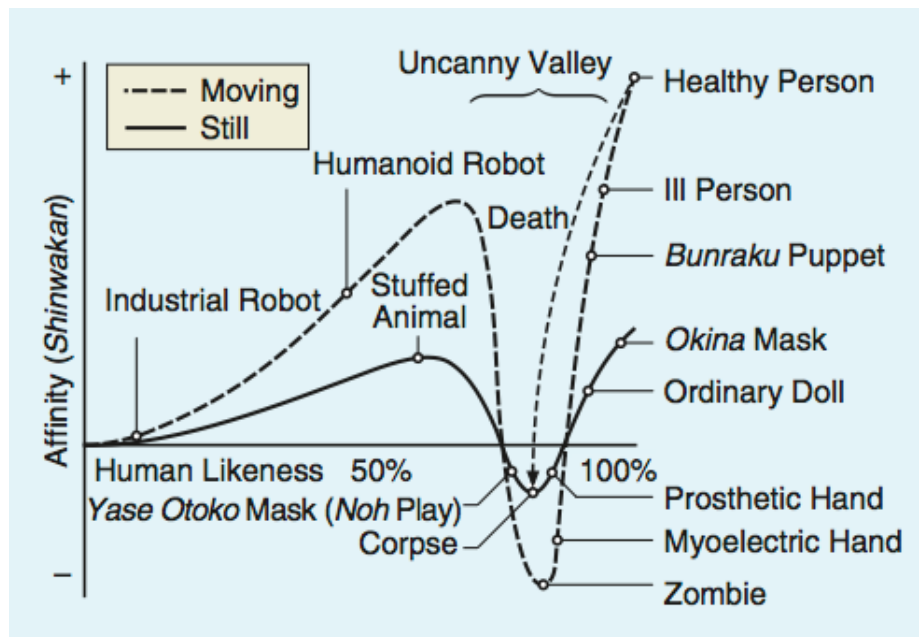
⁹⁰ Kageki, s. 112.

⁹¹ Jasia Reichardt (1978) *Robots: Fact, Fiction and Prediction*. Thames and Hudson, London 1978, s. 26-27.

⁹² Frank Pollick (2009) ”In Search of the Uncanny Valley”. Department of Psychology, University of Glasgow.

⁹³ F. C. Gee, et al. (2005) ”Uncanny valley revisited.” *Robot and Human Interactive Communication, 2005. IEEE International Workshop*, s. 152.

⁹⁴ Masahiro Mori (2005/1970) ”Bukimi no tani [The uncanny valley]”. *Energy*, vol. 7, nr. 4, s. 33-35. Engelsk översättning av Karl F. MacDorman & Takashi Minato 2005.



Figur 9 Graf från Mori (2012/1970) "The uncanny valley".

Den streckade linjen (med en pil i ena änden) i figur 9 symboliserar hur en frisk människa faller från den högsta punkten (100 %) av människolikhet och affinitet på grafen för rörliga objekt ner till den lägsta punkten på grafen för orörliga objekt när hon dör.⁹⁵ Moris inplaceringar av no-maskerna är desto svårare att förstå sig på för den som inte känner till japansk no-teater. Näst längst ner på grafen för orörliga objekt finns no-masken *Yase-otoko*: spöket eller anden från den man som fallit ner i helvetet och blivit utmärglad där av sitt lidande (*Yase-otoko* betyder bokstavligen "utmärglad man").⁹⁶ Att bunraku-dockorna lyckas passera den kusliga dalen förklarar Mori bland annat med att de framstår som tämligen människolika under föreställningarna eftersom man som publik ser dem på så långt avstånd och eftersom deras rörelser påminner om människor. Återigen är det svårt för den som inte har sett traditionell bunraku-teater att relatera till detta kulturspecifika påstående. Men möjligen är det detta som Ishiguro har tagit fasta på när han designat sina androider: det tycks enligt Moris hypotes finnas en möjlighet att passera den kusliga dalen utan att uppnå 100 % människolikhet. Enligt Reichardt har detta att göra med att åskådarna vet att bunraku-dockorna är just dockor, även om de framstår som tämligen människolika. Det kusliga uppstår när något oväntat uppstår: när något man trodde var en skyldocka plötsligt börjar röra sig, eller när en hand som man trodde var äkta plötsligt visar sig vara en protes. I bunraku-

⁹⁵ På vägen ner passeras sjuka människor ("Ill Person") och längre ner, vid nollpunkten för affinitet, hade Mori i sin originalartikel placerat in handikappade människor.

⁹⁶ Mori (2012/1970) s. 99.

teatern bryts aldrig publikens förväntningar och det är därför som dockorna, trots sin människolikhet, har lyckats passera den kusliga dalen.⁹⁷

Hypotesen om den kusliga dalen missförstås ofta, omtolkas ständigt, och är numera dessutom alltmer ifrågasatt, men den är likafullt allestädes närvarande i diskurser om människoliknande robotar och androider. När MacDorman & Minato (2005) publicerade sin översättning till engelska så var *the uncanny valley* redan ett etablerat begrepp inom datorspelsindustrin, men en intressant fråga är hur det kom sig att Moris ursprungliga japanska begrepp *bukimi no tani* översattes till just *the uncanny valley* i Reichardts bok från 1978. ”Tani” 谷 betyder helt enkelt ”dal” på svenska, och ”no” の är en partikel som kan betyda exempelvis ”av” eller ”från”. Så långt är alltså översättningen tämligen oproblematischer. Men när det gäller det mest betydelsefulla begreppet i Moris hypotes – ”bukimi” – så blir det genast mer komplicerat. Jag har valt att översätta *bukimi no tani* och *the uncanny valley* till ”den kusliga dalen” på svenska, vilket enligt min mening på bästa sätt fångar andemeningen i hypotesen.⁹⁸ Mori använder sig i den ursprungliga artikeln av begreppet 親和感 (*shinwakan*) som av både Reichardt och MacDorman & Minato (2005) översätts till ”familiarity”, dvs. ”bekantskap med”, eller ”förtrogenhet med”. Här är det troligt att MacDorman & Minato ”ärvt” Reichardts översättning, eftersom *shinwakan* har visat sig vara ett begrepp i Moris artikel som är oerhört svårt att få något riktigt grepp om. Det är idag omtvistat hur *shinwakan* – som var en neologism i Japan 1970 – bäst ska översättas till engelska. Begreppet översätts i artiklar om den kusliga dalen till bland annat ”familiarity”, ”rapport”, ”affinity”, ”comfort level”, och ”likeability”.⁹⁹

We questioned whether Mori’s shinwa-kan concept might have been “lost in translation” and in consultation with several Japanese linguists, we discovered that “shinwa-kan” is not a commonly used word. It does not appear in any dictionaries and hence it does not have a direct equivalent in English. The best approach is to look at its components “shinwa” and “kan” separately. The Daijirin Dictionary (second edition) defines shinwa as “mutually be friendly” or “having similar mind”. Kan is being translated as “the sense of”. Given the different structure of Japanese and English, not perfect translation is possible, but “familiarity” appears to be the less suitable translation compared to “affinity” and in particular to “likeability”. After an extensive discussion with native English and Japanese speakers we therefore decided to translate “shinwa-kan” as “likeability”.¹⁰⁰

⁹⁷ Reichardt, s. 26-27.

⁹⁸ Jag har till yttermera visso funnit att det är en översättning som börjat få en viss spridning bland svenska tidningar och tidskrifter de senaste åren.

⁹⁹ Chin-Chang Ho & Karl F. MacDorman (2010) “Revisiting the uncanny valley theory: Developing and validating an alternative to the Godspeed indices.” *Computers in Human Behavior*, vol. 26, nr. 6, s. 1508-1509.

¹⁰⁰ Christoph Bartneck et al. (2009) ”My robotic doppelgänger: A critical look at the uncanny valley theory.” *Proceedings of the 18th IEEE international symposium on robot and human interactive communication, RO-MAN 2009*, Toyama, Japan, s. 270.

MacDorman & Kageki (2012) har valt att översätta *shinwakan* till ”affinity”, vilket betyder ”släktskap”, eller ”samhörighetskänsla”. Det svenska ordet affinitet betyder enligt NE ”i allmän betydelse: samhörighet, överensstämmelse, frändskap.” Bartneck et al. (2009) använder alltså begreppet ”likeability” för att översätta *shinwakan*. Det kommer från ”likable” som betyder ”sympatisk, trevlig; tilltalande, behaglig”. Alla dessa olika begrepp kan vara användbara, beroende på vilken typ av fenomen det är som the uncanny valley används till att beskriva. Negativ *shinwakan* betecknas av Mori som 不気味 (*bukimi*) vilket på engelska kan översättas till bland annat “eerie”, “ominous”, “uncanny”, “creepy” och “weird”.¹⁰¹ Det är svårt att fastställa varför Reichardts översättning utgår från just begreppet ”uncanny”, men det finns flera orsaker till varför det ökar hypotesens attraktionskraft och mystik.

Das Unheimliche

Begreppet ”das Unheimliche” är inom den psykoanalytiska diskursen starkt förknippat med Sigmund Freuds artikel ”Das Unheimliche” (*Imago* V, 1919). Såväl begreppet som titeln brukar alltid översättas till ”The Uncanny” på engelska.¹⁰² Det är möjligt att Reichardt valde ”the uncanny” tack vare dess koppling till det freudianska begreppet, istället för att översätta *bukimi no tani* till exempelvis ”the valley of eeriness”, eller ”the creepy valley”. Tyskans ”unheimlich” betyder kuslig, hemsk eller otrevlig på svenska, men kan också tolkas som motsatsen till det som hör hemmet till (obekant, ej hemtrevligt).¹⁰³ I ”Das Unheimliche” (1919) försöker Freud motbevisa den tyske läkaren Ernst Jentsch teori, från dennes artikel ”Zur Psychologie des Unheimlichen” (1906), om att det kusliga har sin grund i en intellektuell osäkerhet. Enligt Jentsch finns det en typ av upplevelse som är särskilt kraftfull när det gäller att framkalla den kusliga känslan – *das Unheimliche* – hos en människa, nämligen den intellektuella osäkerheten om huruvida en tillsynes levande varelse verkligen är levande, eller – omvänt – huruvida ett tillsynes livlöst ting i själva verket är en levande varelse.¹⁰⁴ Jentsch nämner att automater (robotar) i människostorlek är särskilt kusliga, och att de blir kusligare ju mer verklighetstroga de är.¹⁰⁵ Jentsch skriver vidare att den tyske författaren E.T.A. Hoffmann är särskilt skicklig när det gäller att framkalla en kuslig känsla hos läsaren genom att få denne att tvivla på huruvida en viss karaktär i en berättelse är en människa, eller

¹⁰¹ Enligt Google Translate är ”eerie” den vanligaste översättningen.

¹⁰² Freud nämner i sin artikel flera olika tänkbara engelska översättningar av tyskans ”unheimlich”: *uncomfortable, uneasy, gloomy, dismal, uncanny, ghastly*, etc. Freud (2003/1919) s. 125.

¹⁰³ Otto Hoppe (1924) *Tysk-svensk ordbok*. Skolupplaga. Norstedts, Stockholm 1924, s. 468 och Otto Hoppe (1900) *Tysk-svensk ordbok*. Norstedts, Stockholm 1900, s. 346.

¹⁰⁴ Ernst Jentsch (1997/1906) ”On the Psychology of the Uncanny [Zur Psychologie des Unheimlichen]” Översättning till engelska av Roy Sellars. *Angelaki: Journal of the Theoretical Humanities*, vol. 2, nr. 1, s. 11.

¹⁰⁵ Ibid., s. 12.

en automat.¹⁰⁶ Jentsch omnämnande av Hoffmann leder Freud till att i sin artikel analysera Hoffmanns novell *Sandmannen* (*Der Sandmann*, 1816). I novellen blir protagonisten Nathanael förälskad i en flicka vid namn Olimpia, som senare visar sig vara en android – en sinnrikt konstruerad trädocka med en avancerad klockverksmekanism inuti. Insikten om att han förälskat sig i en android får Nathanael att träda in i en dimma av galenskap; han försöker strypa androidens konstruktör, men grips och spärras in på ett mentalsjukhus.¹⁰⁷ Enligt Jentsch teori så borde just berättelsen om Olimpia vara den mest kusliga delen av Hoffmanns novell, men Freud menar att det istället är (den i olika gestalter återkommande) karaktären Sandmannen som gör novellen så kuslig. Som barn fick nämligen Nathanael berättat för sig att Sandmannen är en ondskefull varelse som strör sand i ögonen på barn, för att sedan slita ut ögonen och samla in dem i en säck. Enligt Freud kan rädslan hos pojken för att få sina ögon utslitna av Sandmannen liknas vid kastrationsångest. Det är denna förträngda kastrationsångest, menar Freud, som är orsaken till det kusliga i Hoffmanns berättelse.¹⁰⁸ Freuds vederläggande av Jentsch teori är inte helt övertygande, men hans analys av att *das Unheimliche* är en känsla som har sin grund i någonting välbekant (*heimisch/heimlich/heimelich*) som har förträngts – och därmed blivit obekant (*unheimlich*) – är desto mer intressant.

Eftersom Freuds begrepp ”das Unheimliche” översattes till *bukimi* på japanska innan Moris artikel publicerades så är det tänkbart att Mori påverkats av Freuds text.¹⁰⁹ Freud och Jentsch nämns tämligen ofta i artiklar som diskuterar den kusliga dalen. Den intellektuella osäkerhet som Jentsch beskriver som orsaken till den kusliga känslan är en tänkbar orsak till varför människolika androider kan uppfattas som kusliga.

Begreppet uncanny valley har fått stor betydelse för datorspelsbranschen och filmbranschen. Det har nämligen visat sig att datoranimerade karaktärer i animerade filmer, och i datorspel, som görs alltför människolika tenderar att framstå som lite obehagliga, eller i värsta fall som levande lik. Här finns alltså ett ekonomiskt incitament för att satsa pengar på forskning om den kusliga dalen: en animerad film vars karaktärer hamnar i den kusliga dalen kan bli en dyrbar läxa för filmstudion.¹¹⁰ Pixar, som länge varit världsledande när det gäller datoranimerade filmer, gick tidigt över till att skapa mer stiliserade tecknade figurer, vilket har resulterat i filmer som *Wall-E* (2008) och *Up* (2009).

¹⁰⁶ Ibid., s. 13.

¹⁰⁷ E.T.A. Hoffmann (1885/1816) *The Sandman*. [*Der Sandmann*] Översatt till engelska av J.Y. Bealby. Charles Scribner's Sons, New York 1885.

¹⁰⁸ Freud (2003/1919) s. 135-159.

¹⁰⁹ http://seedmagazine.com/content/article/uncanny_valley/, 2013-11-12.

¹¹⁰ Hornyak, s. 144.

Hypotesen om den kusliga dalen är den enligt min mening viktigaste utgångspunkten för hela den androidvetenskapliga forskningsansatsen. För det första så har Hiroshi Ishiguro och hans kollegor antagit robotnestorn Masahiro Moris utmaning när han avrått forskare från att försöka passera den kusliga dalen; androidvetenskapens slutgiltiga teknologiska mål är just att passera dalen och skapa en helt människolik robot. En stor del av utrymmet i de första vetenskapliga artiklarna som publicerades inom androidvetenskap ägnas till yttermera visso åt diskussioner om den kusliga dalen. För det andra så försöker androidvetenskapen använda sig av den kusliga dalen som sitt viktigaste analysverktyg; man försöker utveckla en metodologi där just den upplevda kusligheten används som en indikator på att ett visst beteende, en viss rörelse, eller en viss utseendemässig detalj hos androiden måste förbättras. På så sätt hoppas Ishiguro et al. att teknologiskt kunna förfin sina androider och att samtidigt främja den vetenskapliga kunskapen om människan. Detta arbete sker främst i universitetsmiljöer, men även ett antal privata företag har numera en viktig roll att spela för utvecklingen av androidvetenskapen. I nästa kapitel kommer jag att närmare analysera den androidvetenskapliga forskningen.

Androidvetenskapens gränsdragnings- arbete och vetenskapliga status

Vad är androidvetenskap?

Androidvetenskap är enligt dess upphovsmän Karl MacDorman och Hiroshi Ishiguro ett tvärvetenskapligt forskningsramverk som använder sig av – och syftar till att bidra till – forskning inom psykologi, kognitionsvetenskap, neurovetenskap, hälsovetenskap, robotik, elektronik, och datorvetenskap.¹¹¹ Androidvetenskapen är en del av det snabbt växande forskningsfältet som brukar förkortas HRI – Human Robot Interaction, eller människa-maskin-interaktion på svenska.¹¹²

Karl MacDorman är i grunden datorvetare, utbildad vid University of California at Berkeley, och 1997 doktorerade han vid Cambridge University på en datorvetenskaplig avhandling inom maskininlärning och robotik. Efter det flyttade han till Japan, där han hade en rad olika uppdrag och anställningar fram till 2005. MacDorman var anställd som lektor (Associate Professor) vid Osakas universitet under åren 2003-2005. Under de åren arbetade han tillsammans med Hiroshi Ishiguro med androidvetenskaplig forskning.¹¹³ Tillsammans organiserade de den första androidvetenskapliga konferensen ”Toward Social Mechanisms of Android Science”, i Italien sommaren 2005, och året efter publicerades deras gemensamma artikel ”The uncanny advantage of using androids in cognitive and social science research” (2006) där de drog upp riktlinjerna för framtida androidvetenskaplig forskning.¹¹⁴ I juni 2008 togs artikeln upp av Thomson Reuters hemsida *ScienceWatch.com* som den månadens Fast Breaking Paper inom samhällsvetenskap.¹¹⁵

MacDorman och Ishiguro träffades för första gången i Japan 1997. MacDorman var intresserad av att använda robotar som en *forskningsplattform* (eller ”testbädd”) för att utforska olika kognitiva modeller för hur barn utvecklar sin språkförståelse. Ishiguro föreslog då att man skulle kunna bygga androider för att på så sätt skapa en robot som både såg ut som, och kunde programmeras till att uppträda som, en människa. MacDorman säger i en intervju på *ScienceWatch.com* att det som är nytt med androidvetenskapen är dess metodologi. En android kan för det första användas som en experimentplattform inom psykologiska och neurovetenskapliga experiment, för att testa olika hypoteser om människans hjärna och om mänsklig interaktion. För det andra så

¹¹¹ <http://soic.iupui.edu/research/android/>, 2013-11-17.

¹¹² Benämningen *social robotik* används också för forskning om robotar som på olika sätt interagerar och kommunicerar med människor.

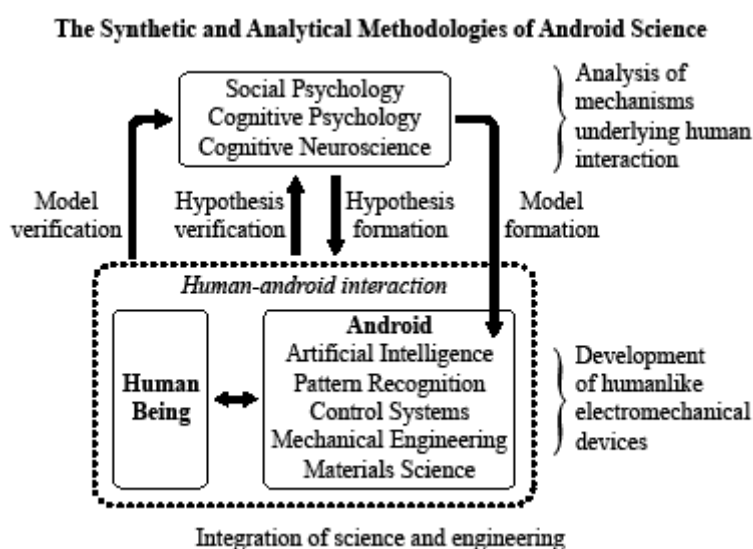
¹¹³ <http://www.macdorman.com/kfm/self/bio.php>, 2013-10-22.

¹¹⁴ MacDorman & Ishiguro (2006b).

¹¹⁵ <http://archive.sciencewatch.com/dr/fbp/2008/08junfbp/08junfbpMacIsh/>, 2013-11-07.

kan kognitionsvetenskapliga modeller implementeras i androiden och testas genom observation av androidens interaktion med mänskliga försöksdeltagare. Genom att lära sig mer om mänsklig interaktion och de mekanismer som styr denna interaktion hoppas forskarna kunna utveckla androidtekniken så att androiderna beter sig mer och mer realistiskt. Genom att använda androider istället för andra typer av humanoida robotar tror man sig kunna kontrollera för den (okända) effekt som ett ickemänskligt utseende har på interaktionen med andra människor. MacDorman poängterar att fokuset för den androidvetenskapliga forskningen ligger på *människor* och inte på robotar.¹¹⁶

De två viktigaste frågeställningarna som styr den androidvetenskapliga forskningen är: ”Vad är en människa?” och ”Vad är människolikhet?” I en rapport från 2004 skriver MacDorman & Ishiguro uttryckligen: ”We can never deeply understand human beings without building androids, [sic] and we cannot build androids without deepening our understanding of what it means to be human.”¹¹⁷ Den androidvetenskapliga forskningsansatsen integrerar vetenskap, teknologi och ingenjörskonst (se figur 10).¹¹⁸



Figur 10 Den androidvetenskapliga forskningsansatsen.

MacDorman är idag föreståndare för *Android Science Center*, som inrättades 2008, vid Indiana University School of Informatics and Computing. Det är USA:s första androidvetenskapliga laboratorium, och tillika det första utanför Japan. Android Science Center anger tre mål med sin forskning. För det första vill man med hjälp av experiment inom människa-android-interaktion testa

¹¹⁶ Ibid.

¹¹⁷ Karl F. MacDorman & Hiroshi Ishiguro (2004) "The study of interaction through the development of androids", s. 74.

kognitionsvetenskapliga modeller. *Androidvetenskapen ska bli en grundläggande vetenskap för att undersöka människan*. Här finns alltså en storslagen tvärvetenskaplig ambition om en slags *einheitswissenschaft* för att studera människan. För det andra vill man utveckla nya designprinciper för interaktionen mellan människa och android. För det tredje vill man utveckla terapeutiska androider som förbättrar det fysiska, kognitiva och sociala välbefinnandet för en åldrande befolkning.¹¹⁹ Det handlar bland annat om androider som uppmuntrar dig till fysisk träning och som kan användas till stimulerande samtal, vilket kan motverka demens.

Androidvetenskaplig forskning bedrivs sedan 2011 även vid Aalborgs universitets Center for Computer-mediated Epistemology (datormedierad epistemologi), för vilket den danska forskaren Henrik Schärfe är föreståndare. Schärfe anser att den tiden är förbi när vi såg på robotar som enbart maskiner eller verktyg i fabriker: "The robots have become a media, perhaps one of the more significant media of the future. In that way, robot technology follows the trajectory of computers: from tools to media."¹²⁰ Schärfes androidvetenskapliga forskning presenteras på universitetets hemsida genom ett antal forskningsfrågor, som delas in i två grupper: *abstrakta* och *applicerade*. De abstrakta frågorna är: "vad är en människa?", "vad är en relation?", "vad är identitet" och "vad är närvaro?" De applicerade frågorna är: "Hur kan vi bäst underlätta kommunikationen mellan människor och robotar?" och "Vilka delar av mänsklig kommunikation kan medieras genom en android?"¹²¹

Androidvetenskapens teknologiska mål

Androidvetenskapens slutgiltiga teknologiska mål är att bygga en kopia av en människa, och Ishiguro anser att det som i första hand gör detta mål svårt att nå är att forskningen inom artificiell intelligens fortfarande befinner sig på en så pass låg nivå. I Japan har man traditionellt haft ett större fokus på hårdvara än mjukvara och i USA är det tvärtom; den främsta AI-forskningen finns i USA.¹²² Det japanska begreppet mekatronik lägger ju också fokus på just den mekaniska aspekten av robotik.

Det totala Turingtestet

I artikeln "Computing machinery and intelligence" beskrev den engelske matematikern Alan Mathison Turing 1950 ett test vars syfte var att avgöra huruvida datorer kunde delta i konversa-

¹¹⁸ Karl F. MacDorman (2006) "Introduction to the special issue on android science." *Connection Science*, vol. 18, nr. 4, s. 314.

¹¹⁹ <http://informatics.iupui.edu/research/android>, 2013-10-18.

¹²⁰ http://www.expo21xx.com/industrial-robots/19064_st3_humanoid-research/default.htm, 2013-10-13.

¹²¹ <http://c.aau.dk/geminoid/research.html>, 2013-11-13.

tioner med människor utan att det gick att märka att det var en maskin som deltog i konversationen. I testet finns en mänsklig utfrågare som avgör om datorn klarat testet eller inte. Utfrågaren konverserar, via en textterminal, med två konversationspartners, varav den ena är en dator och den andra är en människa. Om utfrågaren inte säkert kan avgöra vilken av motparterna som är mänsklig och vilken som är en maskin så har maskinen klarat Turingtestet. Datorns uppgift är att försöka lura utfrågaren till att tro att den är mänsklig. Enligt Turing kan det hävdas att en maskin som klarar testet uppfyller ett tillräckligt, men inte nödvändigt, kriterium för ”tänkande”.¹²³

Det totala Turingtestet – enligt den definition av begreppet som Hiroshi Ishiguro använder – innebär att testet inte längre sker genom en textterminal utan istället öga mot öga med en android. Androiden är kopplad till (eller utrustad med) en dator med artificiell intelligens, som gör att den kan uppvisa ett ”intelligent beteende”. Ishiguro menar att detta test utvärderar den totala intelligensen, tillskillnad från det klassiska Turingtestet, som endast mäter en begränsad aspekt av begreppet intelligens.¹²⁴ Eftersom inget datorprogram ännu ens har varit i närheten av att klara det klassiska Turingtestet så är det totala Turingtestet ett hart när omöjligt mål att sträva efter.

Innan Ishiguro byggde sin geminoid 2006 så satsade han på att utveckla mer autonoma androider, med målet att de någon gång i framtiden skulle kunna klara det totala Turingtestet. Androidernas utseende modelleras efter verkliga personer, och deras rörelser kan exempelvis genereras med hjälp av ett motion capture-system som liknar det som används inom datoranime-rad film. Rörelserna delas in i två huvudkategorier: stora medvetna rörelser och omedvetna mikrorörelser – som ögonblinkningar, ”andning” och små huvudrörelser. Ishiguro märkte snart att just dessa mikrorörelser var oerhört viktiga för hur försökspersonerna upplevde graden av mänsklighet hos androiderna. En människa är ju aldrig helt stilla, förutom om hon är död, och en android som ena stunden pratar och rör sig för att i nästa stund se ut att vara död skulle därför hamna i den kusliga dalen. Androiden kopplas till ett distribuerat sensorsystem med ett stort antal kameror, mikrofoner och golvsensorer i det rum där den befinner sig, och de enda sensorer som den har på kroppen är taktila sensorer.¹²⁵

Den ”kvinnliga” androiden Repliee Q2, som utvecklades 2005 i ett samarbete mellan Osa-kas universitet och det Tokyobaserade underhållningsföretaget Kokoro Inc., kan se var människor befinner sig så att hon kan etablera ögonkontakt med dem innan hon tilltalar dem. Hon har

¹²² Schodt (1990/1988) s. 50.

¹²³ Alan Mathison Turing (2004/1950) ”Computing machinery and intelligence”, i B. Jack Copeland (red.) *The essential Turing*. Oxford University press, Oxford 2004, s. 441-464.

¹²⁴ Hiroshi Ishiguro (2007) ”Scientific Issues Concerning Androids.” *The International Journal of Robotics Research*, vol. 26, nr. 1, s. 111-112.

¹²⁵ Hiroshi Ishiguro (2006) ”Interactive Humanoids and Androids as Ideal Interfaces for Humans”, *IUI'06*, och Daisuke Matsui et al. (2007) ”Generating natural motion in an android by mapping human motion”, i Matthias Hackel [red.] *Humanoid Robots, Human-like Machines*. I-Tech Education and Publishing, Wien, 2007, s. 351-366.

också inbyggda sensorer som reagerar på beröring och hon kan röra ögon, huvud, armar och torso. Om någon knackar henne på axeln så vänder hon sig om och frågar vad personen vill henne. Androiden har 42 tysta luftdrivna motorer som kräver en extern kompressor för att pumpa in luft till motorerna. Pneumatiken gör själva robotarna väldigt tysta i jämförelse med om DC-motorer används, men nackdelen är att den stora och högljudda kompressorn måste installeras i ett annat rum för att inte störa experimenten.¹²⁶ Ishiguro har skapat en kraftigt förenklad version av det totala Turingtestet som pågår i blott två sekunder. I ett försök där 20 försöksdeltagare fick se Repliee Q2 med mikrorörelserna påslagna, i två sekunder från tre meters avstånd, trodde 70 procent att androiden var en människa. Med mikrorörelserna avslagna var det bara 30 procent som trodde att androiden var en människa.¹²⁷ Ishiguro anser att det inte är robotens människoliknande utseende och människoliknande rörelser som är den stora flaskhalsen i systemet, utan dess bristande förmåga att föra längre människoliknande samtal. Detta är orsaken till att han under de senaste åren har satsat allt mer på sina olika fjärrstyrda androider och geminoider.¹²⁸

Gränsdragningen mellan androidvetenskap och humanoidvetenskap

Professor Minoru Asada, som är Hiroshi Ishiguros kollega vid Osakas universitet, säger i en intervju i filmen *Plug & pray* (2010) att han vill skapa en ny robotart ("Robo species") som befinner sig mellan människan och schimpansen. Han säger också att han genom sin forskning vill förstå människans mysterium, och menar att vi totalt måste omvärdera synen på Gud, som den allsmäktige skaparen. Minoru Asada använder sig inte av den androidvetenskapliga metodologin, även om hans forskning och Ishiguros forskning på många sätt överlappar varandra, samt att de, till yttermera visso, har (och har haft) flera gemensamma forskningsprojekt. Asada förespråkar det bredare begreppet *humanoidvetenskap* ("humanoid science") och hävdar att androidvetenskapens metodologi gör den till ett mer begränsat forskningsramverk.¹²⁹ Här pågår alltså ett slags gränsdragningsarbete och även om Ishiguro och Asada är kollegor så kämpar de om hur kartan över dessa nya framväxande forskningsområden och discipliner ska ritas upp, och de kämpar om den epistemiska auktoriteten på området. Men Ishiguro och Asada har samma vetenskapliga mål: *de vill veta vad en människa är* och de vill försöka ta reda på detta genom att använda sig av humanoida robotar som forskningsplattformar. Ishiguro ägnar sig åt både androidvetenskaplig forskning och humanoidvetenskaplig forskning, men Asada är inte verksam inom androidvetenskapen.

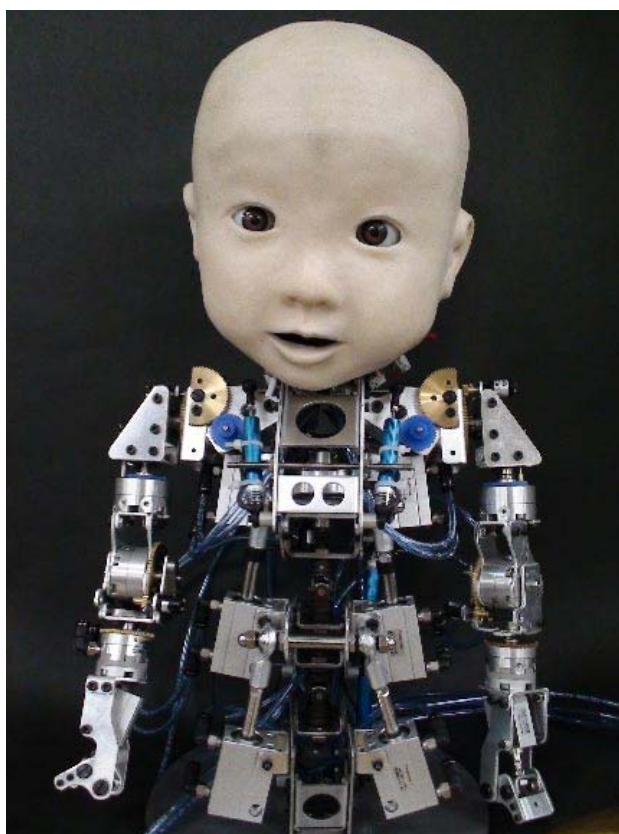
¹²⁶ MacDorman & Ishiguro (2006b) s. 313-315.

¹²⁷ Ishiguro (2007) s. 112.

¹²⁸ Ishiguro & Nishio (2007) s. 137-138.

¹²⁹ Silvia Coradeschi et al. (2006) "Human-Inspired Robots." *IEEE Intelligent Systems*, vol. 21, nr. 4, 2006, s. 75-76.

Skillnaden mellan androidvetenskapen och humanoidvetenskapen är att androidvetenskapen främst intresserar sig för androidens utseende och beteende, och hur androiderna uppfattas av de människor som deltar i de androidvetenskapliga forskningsexperimenten. Humanoidvetenskapen vill gå steget längre, genom en forskningsansats som kallas för "Cognitive developmental robotics". Något förenklat kan man säga att dess metodologi handlar om att bygga adaptiva och utvecklingsbara bebisrobotar som kan användas som forskningsplattformar för att studera den kognitiva utvecklingen hos spädbarn. Av etiska skäl är det nämligen svårt att genomföra experiment med riktiga spädbarn. Det gäller att designa självutvecklande kognitiva strukturer i bebisrobotarnas datorhjärnor samt att designa en miljö som roboten ska vistas i som är stimulerande för dess kognitiva utveckling.¹³⁰ Asadas forskningslaboratorium vid Osakas universitet har nyligen utvecklat en robotbebis vid namn Affetto. Tidigare har man tagit fram den större barnroboten CB², vilket var ett projekt som även Ishiguro var högst delaktig i.¹³¹



Figur 11 Bebisroboten Affetto. Osakas universitet.¹³²

¹³⁰ Ibid.

¹³¹ Takashi Minato et al. (2007) "CB²: A child robot with biomimetic body for cognitive developmental robotics." *7th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots*, s. 557-562.

¹³² Hisashi Ishihara et al. (2011) "Realistic child robot 'Affetto' for understanding the caregiver-child attachment relationship that guides the child development." *2011 IEEE International Conference on Development and Learning*, s. 1-5.

Asada kallar sin forskningsinriktning för ”Synergistic intelligence”. Begreppet *Synergistisk intelligens* syftar dels på en metod för att utveckla artificiell intelligens genom ett samspel mellan vetenskap och teknologi, och dels på intelligent beteende som utvecklas i samspelet mellan en robot/människa och den miljö som roboten/människan vistas i. I miljön inkluderas då även andra människor. Roboten ska kunna lära sig och utvecklas genom att människor interagerar med den.¹³³ Detta synsätt på vad intelligens är har sin grund i det som kallas för *situerad artificiell intelligens* (”situated AI”). Grunden för detta paradigm inom AI (och kognitionsvetenskap) är föreställningen att intelligent beteende uppstår genom ett samspel mellan hjärnan, kroppen och den miljö som vi vistas i.¹³⁴ Att försöka utveckla mänsklig intelligens genom AI-forskning som enbart jobbar med mjukvaruutveckling är således lönlöst. Datorn och dess mjukvara måste integreras i (eller kopplas till) en robotkropp, med artificiella ”sinnesorgan”; detta kallas inom AI-forskningen för ”embodiment”. I första hand handlar det om syn (kameror), hörsel (mikrofoner) och känsel (beröringssensorer), men även luktsinne och smaksinne kan vara intressant för vissa robotar som till exempel sjukvårdsrobotar. Termen ”situatedness” (eller ”embeddedness”) syftar på att roboten är inbäddad/belägen i en viss miljö som den interagerar med.¹³⁵

Situated AI är inte en ny idé utan lanserades av Turing redan 1950. I slutet av ”Computing machinery and intelligence” beskriver han två olika sorters inriktningar för forskning om AI som han tror kan vara fruktbara. Den första är den traditionella inriktningen mot att få datorer att utföra abstrakta aktiviteter, som att spela schack. Den andra är att bygga in datorn i en artificiell ”kropp” med sinnesorgan och att sedan försöka få den att förstå och tala engelska.¹³⁶ Turing beskriver i artikeln också en teori om hur datorer ska kunna lära sig saker. Ett alternativ är enligt Turing att skapa ett program som simulerar ett barns hjärna i stället för en vuxen persons hjärna. Genom att låta denna barnmaskin genomgå en adekvat utbildning skulle den därmed kunna utvecklas till att motsvara en vuxen hjärna i stället.¹³⁷

Turings idéer om det som idag kallas för situatedness och embodiment togs upp av den australiensiske robotforskaren Rodney Brooks under slutet av 1980-talet i ett antal artiklar som fick ett stort genomslag inom AI-forskningen. Brooks själv har bland annat byggt insektsliknande robotar och den humanoida roboten Cog. Enligt Brooks teori kan intelligens definieras som summan av en mängd olika relativt enkla processer, eller beteenden.¹³⁸ Hans forskning har banat väg

¹³³ Coradeschi et al., s. 75-76. Ett spädbarns kognitiva utveckling är beroende av samspelet med dess närmaste vårdnadshavare.

¹³⁴ Inom kognitionsvetenskapen kallas denna teoretiska position för ”Embodied embedded cognition”.

¹³⁵ Se exempelvis: Rodney A. Brooks (2002) *Flesh and machines: how robots will change us*. Pantheon Books, New York 2002, s. 51-55.

¹³⁶ Turing, s. 463.

¹³⁷ Ibid., s. 460.

¹³⁸ Brooks, s. 44-55 och Menzel & D’Aluisio, s. 58-65.

för den beteendebaserade robotiken. Föreställningen att mänsklig intelligensutveckling kräver en kropp är förhärskande inom den japanska robotiken och AI-forskningen.¹³⁹

Minoru Asada hoppas att humanoidvetenskapen med hjälp av cognitive developmental robotics och ett forskningsfokus på synergistisk intelligens ska kunna utvecklas till en ny hjärnvetenskap som är unik för Japan.¹⁴⁰ Denna uppfattning påminner om Hideaki Senas förhoppning om att Japan genom sin världsledande robotforskning för första gången ska kunna skapa en genuint japansk vetenskap.¹⁴¹

Androidvetenskapen, såsom den presenterades 2005 i ”Android science: Toward a new cross-interdisciplinary framework” utgår från den beteendebaserade robotiken och den kognitionsvetenskapliga teorin om *distribuerad kognition*. Distribuerad kognition betyder att vi människor exempelvis löser ett problem i matematik genom att diskutera med andra människor och skriva ner formler och uträkningar på ett papper, eller i en dator, istället för att lösa problemet genom ren huvudräkning. Det som är gemensamt för beteendebaserad robotik och distribuerad kognition är enligt Ishiguro att intelligens kan förstås genom att studera interaktioner mellan människa-människa eller människa-robot. Intelligens är ett subjektivt fenomen, skriver Ishiguro, och därför kan man designa experiment där försökspersoner interagerar med androider och efteråt svarar på frågor om sina subjektiva intryck av androiden och dess beteende. Resultaten av experimenten kan sedan användas för att förbättra androiderna så att de framstår som mer intelligenta eller människolika. Omedvetna reaktioner och beteendemönster hos försökspersonerna är också av stort intresse för den androidvetenskapliga forskningen. Ishiguro intresserar sig exempelvis för hur ofta du möter androidens blick, för att kunna jämföra detta med hur ofta du möter en riktig människas blick.¹⁴²

¹³⁹ Minoru Asada et al. (2001) ”Cognitive developmental robotics as a new paradigm for the design of humanoid robots”. *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 37, nr. 2, s. 187.

¹⁴⁰ <http://www.jst.go.jp/erato/asada/en/introduction/objective.html>, 2013-10-22.

¹⁴¹ Se s. 20 i uppsatsen.

¹⁴² Hiroshi Ishiguro (2005) ”Android science: Toward a new cross-interdisciplinary framework.” *CogSci 2005 Workshop: Toward social mechanisms of android science*, s. 1 och Ishiguro (2006) ”Android Science: Conscious and subconscious recognition”. *Connection Science*, vol. 18, nr. 4, s. 319-332.

Framtidsvision och gränsdragningsretorik för androidvetenskapen

Hiroshi Ishiguro är en visionär som vill förändra världen. Han tror att robotar kommer att bli lika viktiga under de kommande årtiondena som persondatorerna varit under den informationsteknologiska eran. Den åsikten delas av Bill Gates, som i en mycket uppmärksammat artikel år 2007 förutspådde att robotarna snart skulle bli en lika naturlig del av människors vardag som datorerna är idag.¹⁴³ Hiroshi Ishiguro Laboratory (HIL) har följande vision på sin hemsida.

The end of the information age will coincide with the beginning of the robot age. However, we will not soon see a world in which humans and androids walk the streets together, like in movies or cartoons; instead, information technology and robotics will gradually fuse so that people will likely only notice when robot technology is already in use in various locations.

Our role will be to lead this integration of information and robotics technologies by constantly proposing new scientific and technological concepts. Toward this, knowledge of art and philosophy will be invaluable. Technology has made art “reproducible”; likewise, artistic sense has contributed to the formation of new technologies, and artistic endeavors themselves are supported by philosophical contemplation and analysis.

Hereafter, human societies will continue to change due to “informationization” and robotization; in this ever-changing setting, artistic activities and philosophical speculation will allow us to comprehend the essential natures of humans and society, so that we can produce truly novel science and technological innovations *in a research space which lies beyond current notions of “fields” and boundaries of existing knowledge*.¹⁴⁴ [Min kursivering.]

Just detta med att överskrida eller upplösa de disciplinära *inomvetenskapliga gränserna* och även de *utomvetenskapliga gränserna* – gentemot teknik och konst – är en av de viktigaste utgångspunkterna för Ishiguros forskning och robotbyggande. I sina senaste TEDx-föreläsningar talar Ishiguro om att han vill inrikta sin forskning allt mer mot filosofi och det som kallas för *qualia* – den subjektiva fenomenvärlden. Med hjälp av sin robotforskning vill han skapa en objektiv kunskap om subjektiva medvetna upplevelser.¹⁴⁵ Ishiguro samarbetar gärna med filosofer, konstnärer, och regissörer. Ett av hans senaste projekt går ut på att använda geminoider och androider som skådespelare vid poesiuppläsningar och teaterpjäser.¹⁴⁶

De flesta andra robotskapare som bygger humanoider satsar på ett traditionellt robotutseende (som till exempel Asimo) och androider vars syfte är att efterlikna människor in i minsta

¹⁴³ Bill Gates (2007) “A robot in every home.” *Scientific American*, vol. 296, nr. 1, s. 58-65.

¹⁴⁴ <http://www.geminoid.jp/en/mission.html>, 2013-11-13.

¹⁴⁵ Hiroshi Ishiguro “Me, myself and my android” – TEDxSeeds 2012.

¹⁴⁶ Kohei Ogawa et al. (2012) “Possibilities of Androids as poetry-reciting agent.” *IEEE RO-MAN*, 2012, Paris, s. 565-570.

detalj byggs nästan bara i Japan, Kina och Sydkorea.¹⁴⁷ Men Ishiguro anser att eftersom våra hjärnor är konstruerade för att i första hand kunna interagera med, och relatera till, andra människor så vore det ultimata gränssnittet för en dator, eller en artificiell intelligens, just en android, det vill säga en robot som ser ut som och uppträder precis som en människa. Om man kan komma förbi den kusliga dalen och om man kan göra roboten helt säker så borde en android kunna vara ett mycket intuitivt sätt att interagera med en dator på; inte minst för personer som saknar datorvana, menar Ishiguro.¹⁴⁸ Oavsett om roboten ska informera oss om olika saker, fungera som något slags sällskap, eller användas som en plattform för videokonferenser, så underlättas kommunikationen enligt Ishiguros resonemang av att maskinen har ett människoliknande utseende. De flesta robotar designas av ingenjörer, men Ishiguro menar att konstnärer är bättre lämpade för att designa sociala robotar som kan interagera med människor på ett naturligt sätt. Ishiguro ville i unga år själv bli konstnär, men han gav upp dessa planer eftersom det visade sig att han lider av viss färgblindhet.¹⁴⁹ De konstnärliga ambitionerna finns dock kvar i hans robotforskning, vilket framgår av hans visioner för androidvetenskapen: "Two hundred years ago, art and technology were integrated. We didn't distinguish them. I think it's time to merge once more."¹⁵⁰

Tänkbara framtida användningsområden för androidtekniken

Den japanska regeringen och industrin satsar nu mycket pengar på forskning och utveckling av nya icke-industriella robotar. Den japanska robotmarknaden beräknas öka från 9 miljarder dollar 2010 till 53 miljarder dollar 2025.¹⁵¹ Exakt hur den här enorma marknadsexpansionen ska gå till är ännu oklart, men den största ökningen av robotar förväntas ske inom servicesektorn. Det man letar efter är så kallade "breakthrough applications" eller "killer applications" och två av de mest prioriterade områdena är robotar för hemmabruk och hälso- och sjukvårdsrobotar.¹⁵² Äldrevården och sjukvården i Japan står inför massiva problem på grund av den krympande och åldrande befolkningen och den minskande arbetsstyrkan. Japans befolkning, som idag uppgår till 127 miljoner människor, beräknas krympa till under 90 miljoner människor 2055, om inte någonting görs för att bryta trenden. Den mest logiska lösningen på problemet med den minskande arbetsstyrkan tycks vara att satsa på en ökad arbetskraftsinvandring. Det finns emellertid flera anledningar

¹⁴⁷ När Hiroshi Ishiguro och hans kollegor vid Osakas universitet presenterade den första kvinnliga androiden Actroid 2003 så var sydkoreanerna inte sena att följa efter. 2005 presenterades EveR-1 som är avsedd som en direkt konkurrent till Actroid på robotmarknaden. Mycket tyder idag på att den sydkoreanska robotrevolutionen kan bli minst lika påtaglig som den japanska.

¹⁴⁸ Robert Epstein (2006) "My date with a robot." *Scientific American Mind*, Juni/Juli 2006, s. 72.

¹⁴⁹ Hornyak, s. 136-138.

¹⁵⁰ Ibid., s. 138.

¹⁵¹ http://www.meti.go.jp/english/press/2013/pdf/0718_01.pdf, 2013-11-04.

¹⁵² Ibid. och <http://www.nsftokyo.org/rm06-06.pdf>, 2013-11-04.

till att det anses svårt att öppna upp Japan (vars befolkning till 98,5 procent utgörs av etniska japaner) för utlänningar. Den japanska kulturen, inte minst arbetsplatskulturen, är mycket speciell och tros vara svår att anpassa sig till. Det japanska språket är också svårt att lära sig för utlänningar och japanerna är generellt mycket dåliga på engelska. Idag tyder mycket på att det förutom arbetskraftsinvandring och sjukvårdsrobotar även kommer att krävas en minskad diskriminering av kvinnor på den japanska arbetsmarknaden, för att lösa problemet med den minskande arbetsstyrkan.¹⁵³

Hiroshi Ishiguro och hans kollegor har genomfört flera olika experiment där de placerat en kvinnlig ”sjuksköterskeandroid” i närheten av läkaren i ett undersökningsrum på ett sjukhus, för att undersöka om androiden kan få patienten att uppleva mötet med läkaren som mer positivt. Experimenten genomfördes under verkliga kliniska undersökningar av patienter.¹⁵⁴ Ett närliggande användningsområde för androidtekniken är de träningsandroider för tandläkare, läkare och psykiatriker som utvecklats i Japan. Tanken är att en patientrobot ska grimasera när tandläkarstudenten gör den illa och att en psykiatristudent ska kunna diagnostisera en android genom att den visar tecken på egentlig depression. En patientrobot för tandläkarstudenter att öva ingrepp på må vara en sak, men det sistnämnda exemplet med en deprimerad android säger en hel del om hur mentaliteten skiljer sig mellan Japan och västvärlden när det gäller synen på människoliknande robotar.

In this paper, a depression patient robot by using the android robot SAYA is proposed as a practical application of android robot technologies. The purpose of the patient robot is to offer reproducible and realistic education and training to psychiatrist trainees. In particular, the patient robot treats unipolar depression, which is a typical psychiatric disease. The robot exhibits symptoms of unipolar depression by exploiting its communicative functions such as facial expressions, eye and head movements, and distinctive speech.¹⁵⁵

Roboten Saya utvecklades först som en receptionistandroid av professor Hiroshi Kobayashi och hans forskargrupp vid Tokyo University of Science, men den har även vid försök använts som lärare i skolan. Kobayashi kallar inte sin forskning för androidvetenskap, och han använder sig inte heller av den androidvetenskapliga metodologin, men däremot har hans forskning och experiment många likheter med den androidvetenskapliga forskningen. De praktiska användningsområden för androidtekniken som han hoppas att Saya ska kunna demonstrera, är ungefär desamma

¹⁵³ Se t. ex. http://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Asia_141.pdf, 2013-11-04.

¹⁵⁴ Eri Takano et al. (2009) ”Psychological effects on interpersonal communication by bystander android using motions based on human-like needs.” *Proceedings of the 2009 IEEE/RSJ international conference on Intelligent robots and systems*, s. 3721-3726 och Masahiro Yoshikawa, et al. (2011) ”Development of an android robot for psychological support in medical and welfare fields.” *2011 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO)* s. 2378-2383.

som för de androider som används inom androidvetenskapen. Till skillnad från den humanoidvetenskapliga forskningsansats som Asada använder sig av så är Kobayashis androider inte gjorda för att kunna utvecklas intelligensmässigt. Som Kobayashi själv beskriver Saya: "The robot has no intelligence. It has no ability to learn. It has no identity. It is just a tool."¹⁵⁶

Hiroshi Ishiguros och Kokoros android Repliee Q1expo visades upp för allmänheten för första gången under världsutställningen Expo 2005, i Aichi, Japan. Kokoro visade även upp fyra ytterligare androider av samma typ, som de kallar för Actroid. Dessa robotar "arbetade" som guider och receptionister under världsutställningen. Besökarna kunde ställa frågor till robotarna som besvarades med hjälp av deras begränsade artificiella intelligens. (Enligt Kokoros informationsblad så ska roboten med hjälp av sitt röstigenkänningssystem kunna förstå och tala japanska, kinesiska, koreanska och engelska.) Ett av få områden där androider redan tagits i bruk är just som guider och receptionister på robotmässor och museer.¹⁵⁷ En annan idé som Ishiguro har är att använda androider som mänskliga dubbelgångare för att förvirra paparazzis och terrorister.¹⁵⁸ Eftersom det är dyrt att bygga personliga geminoider (Geminoid DK kostar totalt cirka en miljon danska kronor och den mer avancerade Geminoid HI-2 kostar ungefär dubbelt så mycket) har Ishiguro under de senaste åren börjat arbeta med en minimalistiskt designad androgyn android som han kallar för *Telenoid*. Tanken är att den neutrala designen skall möjliggöra för vem som helst att förmedla sin *sonzai kan* genom telenoiden med hjälp av fjärrstyrningen. Han hoppas också att alla ska vilja byta ut sina mobiltelefoner mot en ännu mer minimalistiskt designad miniand-roid, med inbyggd 3G-telefon, som han kallar för *Elfoid*.¹⁵⁹

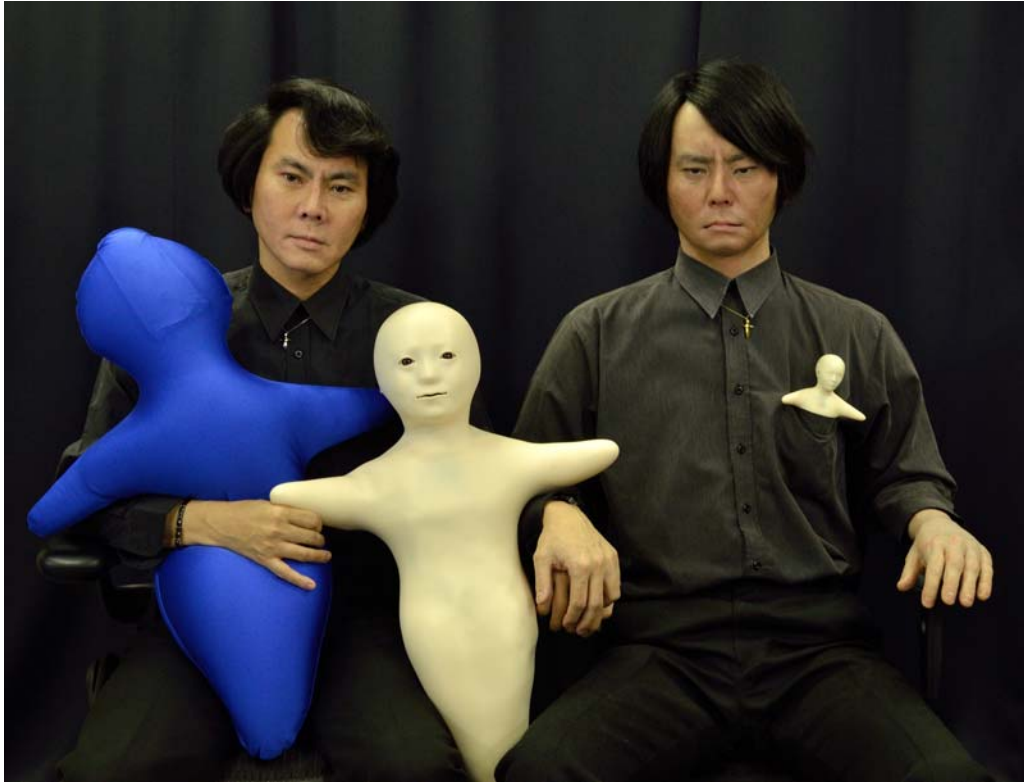
¹⁵⁵ Takuya Hashimoto et al. (2011) "Depression patient robot for diagnostic training in psychiatric education." *IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics*, 2011, s. 134.

¹⁵⁶ <http://www.nydailynews.com/news/world/apple-robot-japan-robot-teacher-replace-humans-article-1.367824>, 2013-11-14.

¹⁵⁷ http://www.kokoro-dreams.co.jp/english/news/KN63_english.pdf, 2013-10-20.

¹⁵⁸ Kohei Ogawa et al. (2009) "Can an android persuade you?" *Proceedings of the 18th IEEE international symposium on robot and human interactive communication, RO-MAN 2009*, Toyama, Japan, s. 516.

¹⁵⁹ Hiroshi Ishiguro "Human, android, and media" – TEDxParkKultury 2012.



Figur 12 Från vänster till höger: Hugvie, Ishiguro, Telenoid, Geminoid HI-2 och Elfoid.
(Photo credit: Osaka University and ATR Hiroshi Ishiguro Laboratory)

Kritik mot androidvetenskapen

Flera av Ishiguros kollegor har sagt att hans androider inte är särskilt övertygande, men också att de är lite kusliga.¹⁶⁰ En fråga som man kan ställa sig när det gäller mycket av det som Ishiguro ägnar sig åt är om detta verkligen är vetenskap, eller om androidvetenskapen främst är ett alibi för att kunna bygga riktigt häftiga leksaker. Androiderna har utvecklats i samarbete med det Tokyo-baserade underhållningsföretaget Kokoro Inc.¹⁶¹ och de påminner en hel del om Disneys *audio animatronics*, som jag har sett i aktion på Epcot center i Florida. Audio animatronic är ett (varumärkesskyddat) begrepp som myntades av Disney under 1960-talet, som en benämning för antropomorfiska eller djurliknande elektromekaniska figurer (robotar) med synkroniserade rörelser och ljud. Dessa mekatroniska skapelser må vara imponerande, men de besitter ingen artificiell intelligens och är inte ämnade att lura någon vuxen människa att de är någonting annat än maskiner. Den här typen av underhållningsrobotar används på temaparker, museer, köpcentra, och mässor av olika slag. Kokoro är bland annat kända för sina realistiska dinosaurierobotar. I boken *Robo sapiens*, utgiven år 2000, finns en intervju med Alvaro Villa, som tidigare arbetat för Walt Disney Imagineering (som utvecklade Disneys audio animatronics) men som numera driver sitt eget Kalifornienbaserade animatronic-företag AVG. Villa anser att det inte finns något praktiskt syfte med att försöka bygga helt människolika robotar. Han har svårt att förstå att de japanska androiderna används för forskningsändamål, trots att han gör liknande animatroniska figurer själv.¹⁶²

Den nyskapande artikeln ”The uncanny advantage of using androids in cognitive and social science research” fick ta emot en del kritik och kommentarer, i samband med den vetenskapliga konferens där den presenterades. Kognitionsvetarna Tom Ziemke och Jessica Lindblom skriver i artikeln ”Some methodological issues in android science” att även om det är relativt lätt att se hur försökspersonernas reaktioner på androider skiljer sig från deras reaktioner på människor så är det betydligt svårare att avgöra när det *inte* föreligger någon skillnad, eftersom det kan finnas undermedvetna skillnader i reaktionerna som inte är observerbara för försöksledaren. Dessutom kan det vara svårt att veta exakt vad de observerbara skillnaderna beror på. Ziemke & Lindblom

¹⁶⁰ Se exempelvis: Erico Guizzo (2010) “Hiroshi Ishiguro: The Man Who Made a Copy of Himself.” *IEEE Spectrum*, vol. 47, nr. 4, s. 47.

¹⁶¹ Kokoros första produkt var dinosaurierobotar som lanserades 1984. Företaget bygger också varuautomater riktade till barn; så kallade Shop Robots, som syftar till att göra köpet av varor underhållande och roligt. Deras mest framgångsrika Shop Robot är en Hello Kitty-maskin som man kan köpa popcorn av. Detta är ett exempel på hur nära begreppen automat och robot ligger varandra. Kokoro beskriver sin företagsstruktur som bestående av två huvudsakliga inriktningar: Shop Robots och Robot Technology. Företaget utvecklar robotteknik för både underhållnings- och forskningsändamål. Efter att Kokoro visade upp sin kvinnliga android *Actroid* på Expo 2005 i Aichi så har man satsat allt mer på att utveckla humanoida robotar. http://www.kokoro-dreams.co.jp/english/about/img/Company%20Profile_e.pdf, 2013-10-20.

tror att forskning med androider främst har potential att bidra teknologiskt genom att hjälpa till att utveckla mer intuitiva gränssnitt för interaktionen mellan människa och maskin, men att dess potential för att leda fram till ny vetenskaplig kunskap är mer begränsad.¹⁶³ Psykologerna Kosloff & Greenberg tror också att MacDorman & Ishiguro är alltför optimistiska när det gäller androidvetenskapens potential att bidra till nya vetenskapliga resultat inom psykologi och kognitionsvetenskap. De föreslår att androidvetenskapen istället borde inrikta sig på att studera hur vi människor kan komma att påverkas av robotiseringen av samhället.¹⁶⁴ Här sker alltså ett inomvetenskapligt gränsdragningsarbete där, i det första skedet, MacDorman & Ishiguro har försökt utöka sin epistemiska auktoritet genom att muta in ett nytt kunskapsområde för androidvetenskapen, inom gränserna för två etablerade ämnesdiscipliner (kognitionsvetenskap och psykologi). I det andra skedet försvaras dessa ämnesdiscipliners gränser av Ziemke & Lindblom, samt Kosloff & Greenberg. MacDorman & Ishiguro besvarade en del av kritiken i sin artikel "Opening Pandora's Box".¹⁶⁵ De skriver där:

If you want to understand how people interact with a mechanical-looking robot, you use a mechanical-looking robot. If you want to understand how people interact with each other, a mechanical-looking robot is not enough. Since we want to understand human beings, we build androids. We intend to develop a science of human–*human* interaction, not a science of human–Kismet (or human–Felix, etc.) interaction, although these other sciences would be of interest to the people who built these robots. But from the perspective of those who set government funding objectives, a science of human interaction would be better positioned to compete with such other worthy priorities as curing cancer and AIDS.¹⁶⁶

Hela stycket är märkligt, vilket också uppmärksammades av antropologiprofessorn Jennifer Robertson i den kritiska artikeln "Gendering Humanoid Robots: Robo-Sexism in Japan" (2010). Någon hållbar motivering ges inte av androidvetenskapens grundare till varför det är bättre att studera mänsklig interaktion med hjälp av androider än genom att studera verkliga människor inom de traditionella naturvetenskapliga, samhällsvetenskapliga och humanistiska disciplinerna. Robertson utför ett gränsdragningsarbete när hon kritiserar MacDorman & Ishiguro för att de bortser från antropologin (hennes egen vetenskapliga disciplin).¹⁶⁷ Det är också märkligt, åtmin-

¹⁶² Menzel & D'Aluisio, s. 207-208.

¹⁶³ Tom Ziemke & Jessica Lindblom (2006) "Some methodological issues in android science." *Interaction Studies*, vol. 7, nr. 3, s. 339-342.

¹⁶⁴ Spee Kosloff & Jeff Greenberg (2006) "Android science by all means, but let's be canny about it!" *Interaction Studies*, vol. 7, nr. 3, s. 343-346.

¹⁶⁵ Karl F. MacDorman & Hiroshi Ishiguro (2006c) "Opening Pandora's Box: Reply to commentaries on 'The uncanny advantage of using androids in social and cognitive science research'", *Interaction Studies*, vol. 7, nr. 3, s. 361-368.

¹⁶⁶ Ibid. s. 365.

¹⁶⁷ Jennifer Robertson (2010) "Gendering Humanoid Robots: Robo-Sexism in Japan." *Body & Society*, vol. 16, nr. 2, s. 13.

stone sett ur ett västerländskt perspektiv, att försöka hävda att androidvetenskapen på något sätt tävlar om statliga forskningsmedel med cancerforskning och AIDS-forskning. Något mer begripligt blir det om man sätter in påståendet i en japansk kontext, eftersom regeringen har satt upp tydliga mål för att förverkliga ”Robotopia.” Hushållsrobotar ska utvecklas, som kan ta hand om barn och gamla, och robotarna ses som en viktig del av lösningen när det gäller att möta framtida utmaningar inom vård, omsorg och folkhälsa.¹⁶⁸ Japanerna sätter en ära i att vara världsledande när det gäller utvecklingen av humanoida robotar.¹⁶⁹ Ishiguro och hans kollegor ses som frälsare som ska rädda den sviktande japanska ekonomin, med hjälp av robotteknologi. Robotindustrin förväntas få samma betydelse för den japanska ekonomin under de närmaste årtiondena som bilindustrin hade under senare delen av 1900-talet.¹⁷⁰

Kanske gör denna teknologioptimism att även vetenskapens kulturella kartor ritas om. Om politikerna har bestämt att vi människor ska umgås med humanoida robotar i framtiden så hjälper de också indirekt till att öka androidvetenskapens epistemiska auktoritet. Genom stora statliga satsningar på projekt som syftar till att utveckla humanoida robotar och androider så bidrar de även mer direkt till att öka den vetenskapliga statusen hos androidvetenskapen.¹⁷¹ Även media har en viktig roll att spela här: androider och humanoider är mer spännande och attraktiva för mediekonsumenterna än vad industrirobotar är. Bilder och korta videoklipp på androider som publiceras på nätet genererar många klick och många läsare eller tittare. Androiderna ser ofta mer intressanta ut på ytan än vad de gör för den som stiftat närmare bekantskap med deras funktioner och egenskaper. Vissa forskare ser en reell risk att den nya japanska robotrevolutionen – som ska rädda den japanska ekonomin – stannar vid några roliga leksaker.¹⁷²

¹⁶⁸ Jennifer Robertson (2007) ”Robo sapiens japonicus: Humanoid robots and the posthuman family”, *Critical Asian Studies*, vol. 39, nr. 3, s. 369-398.

¹⁶⁹ Reiji Asakura (2003) ”The androids are coming.” *Japan Echo*, vol. 30, nr. 4, s. 13-18.

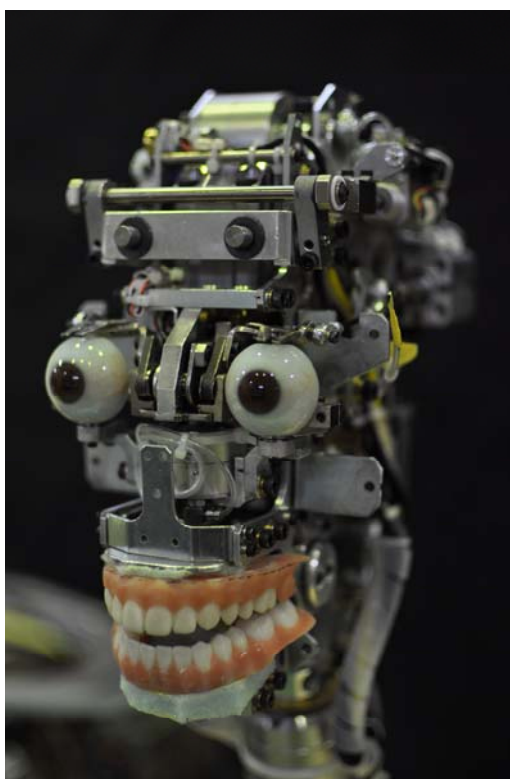
¹⁷⁰ Jennifer Robertson (2010) ”Robots of the rising sun.” *The American interest*, vol. 6, nr. 1, s. 60.

¹⁷¹ Robertson (2007) s. 384-385.

¹⁷² Sena, s. 11.



Figur 13 Geminoid F (till vänster)
(Photo Credit: Osaka University)



Figur 14 Geminoid F under ytan
(Photo credit: Osaka University and Kokoro Company Ltd.)

Den tvärvetenskapliga androidvetenskapen

I det androidvetenskapliga forskningsramverket lånas empiriska samhällsvetenskapliga metoder in, för att skapa experiment där mänskliga aktörer ersätts av androider. Ett av målen med forskningen är att hitta de fundamentala principer som ligger till grund för mänsklig kommunikation och interaktion, och MacDorman hävdar att en android erbjuder en bra balans mellan experimentell kontroll och *ekologisk validitet* för den här typen av experiment.¹⁷³ Enligt min bedömning, baserat på den ansevärda mängd androidvetenskapliga papers och artiklar som jag studerat, är både den *externa validiteten* (generaliserbarheten till andra situationer eller grupper av människor) och den *ekologiska validiteten* (tillämpbarheten i verkliga livet, det vill säga utanför laboratorierna) generellt sett låg för den androidvetenskapliga laboratorieverksamheten. När MacDorman säger att den ekologiska validiteten är tillräckligt hög så menar han i det här sammanhanget att resultaten går att överföra från människa-android-interaktion till människa-människa-interaktion, vilket är ett av huvudsyftena med det androidvetenskapliga forskningsramverket. Enligt min mening går resultaten emellertid oftast inte ens att överföra till situationer där människor interagerar med andra humanoida robotar än den som användes i det aktuella experimentet. A. M. von der Pütten et al. (2013) uttrycker det på ett bra sätt i en av de senaste androidvetenskapliga artiklarna som publicerats: "... our results apply for the robot used in this study, the android robot Geminoid HI-1, and might not be generalizable to other android robots."¹⁷⁴

De androidvetenskapliga experimenten är, med ett fåtal undantag, småskaliga; den totala mängden försökspersoner för ett visst experiment uppgår oftast till mellan 10 och 40 studenter, men även experiment med blott två individer är tämligen vanligt förekommande. Den externa validiteten blir således låg, eftersom det är så pass få individer som undersöks och att dessa individer oftast är japanska universitetsstudenter. Det gör att väldigt få säkra slutsatser kan dras från de androidvetenskapliga experimenten. Det uppstår också ett stort glapp mellan forskningssituationen och den tänkta praktiska tillämpningen av androidtekniken, exempelvis inom äldreomsorgen.

Ishiguro och hans kollegor är medvetna om dessa problem och den studie som von der Pütten et al. (2013) genomförde på ett café i Österrike är ett av få mer storskaliga androidvetenskapliga experiment som genomförts. Nyligen genomfördes också ett experiment med två vårdtagare inom den danska kommunala äldreomsorgen, som fick interagera med en teleopererad android av typen Telenoid i sina hem. Resultaten visade enligt forskarna att de två männen hade en positiv upplevelse av interaktionen med Telenoid, men Ishiguro och hans kollegor blev förvånade

¹⁷³ MacDorman (2006) s. 313.

¹⁷⁴ Astrid M. Rosenthal-von der Pütten et al. (2013) "The uncanny in the wild. Analysis of unscripted human-android interaction in the field." *International Journal of Social Robotics*, vol. 5, Juli, 2013.

över danska mediers kritik mot att ersätta människor med androider inom äldreboenden. Det var en typ av kritik som de inte utsatts för i Japan.¹⁷⁵ Ett försök att uppnå högre ekologisk validitet har således varit att utföra experimenten i ”naturliga” situationer – utanför laboratoriemiljön – som på ett café eller på ett äldreboende, men en situation liknande den danska blir ändå inte naturlig, eftersom man inte studerar de boende i sin vardag, utan under en mycket speciell dag då de fick extra mycket uppmärksamhet från andra människor. Samtidigt blir förstås den externa validiteten väldigt låg när man bara har två försökspersoner.

En annan typ av kritik som kan riktas mot androidvetenskapen har att göra med dess stor-
slagna tvärvetenskapliga ambitioner. Julie Thompson Klein skriver:

The hybridity of interdisciplinary fields is at once their strength and a continuing source of difficulty. Part of the difficulty is the impossibility of doing everything. [...] Multidimensionality is a vital stimulus, but is also a constant source of jurisdictional disputes. The taken-for-granted assumptions common in established disciplines are often lacking, leaving the foundation in contention. [...] Multidimensionality also conflicts with one of the most powerful agents of boundary work – peer review.¹⁷⁶

Klein sätter här fingret på tre olika problem som den androidvetenskapliga forskningen lider av. För det första: *omöjligheten av att ”göra allting”*. Såväl Ishiguro som Shärfe ställer stora filosofiska frågor av typen ”vad är en människa?” och ”vad innebär mänsklig närvaro?” Det är frågor som förmodligen inte går att svara på genom att låta försökspersoner interagera med robotar i laboratorieexperiment. I samband med *CogSci 2012 Workshop* skrev Ishiguro att han hoppas att hans teleopererade androider kan användas till att överbrygga ”the gap between cognitive neuroscience and the behavioural sciences, as well as philosophy, social science and arts, leading to a new way of understanding human beings.”¹⁷⁷ Omöjligheten av att göra allting inom ramen för androidvetenskapliga, tvärvetenskapliga workshops är en tänkbar kritik som kan riktas mot det androidvetenskapliga projektet.

För det andra: problemet med *peer review* – kritisk granskning av kollegor. Även om de flesta androidvetenskapliga papers är granskade på ett eller annat sätt så skapar ämnets tvärvetenskapliga karaktär ett problem som gör att såväl författaren som granskaren i många fall kan anklagas för *dilettantism*. När det gäller de papers som jag gått igenom så tycks de dessutom ofta vara fyllda av en överdriven tilltro till vilka vetenskapliga och teknologiska resultat som kan nås med den forskning som bedrivs med hjälp av androiderna.

¹⁷⁵ Ryuji Yamazaki et al. (2012) “Social acceptance of a teleoperated android: Field study on elderly’s engagement with an embodied communication medium in Denmark.” *Proceedings of the 4th international conference on Social Robotics*, s. 428-437.

¹⁷⁶ Klein (1996) s. 58.

¹⁷⁷ <http://www.geminoid.jp/ws/cogsci2012-ws-proceedings.pdf>, 2013-11-08.

För det tredje gör *avsaknaden av de självklara grundantaganden* som finns i etablerade vetenskapliga discipliner att hela grunden för androidvetenskapen känns osäker. En av de allra viktigaste utgångspunkterna för androidvetenskapen har varit hypotesen om den kusliga dalen, men trots att den i androidvetenskapliga artiklar och papers ofta omnämns som en vetenskaplig teori så kan dess vetenskapliga status, vid en närmare granskning, starkt ifrågasättas.

Ett återbesök i den kusliga dalen

Masahiro Moris hypotes om den kusliga dalen har anklagats för att vara pseudovetenskaplig, och under senare år har dess hållbarhet ifrågasatts. En första invändning som väckts är att Moris hypotes bygger på rena spekulationer, eftersom den inte grundar sig på några vetenskapliga teorier eller empiriska studier. Kritiker har påpekat att grafen ger hypotesen en slags pseudovetenskaplig kvalitet. Den kusliga dalen framställs ofta som en vetenskaplig teori, men är i själva verket snarare ett *antagande*. Dessutom är det enligt vissa kritiker högst tveksamt om det över huvud taget är ett rimligt antagande.¹⁷⁸ Den framstående amerikanska robotdesignern David Hanson anser att människolika robotar som upplevs som kusliga inte upplevs som kusliga för att de är alltför människolika, utan för att de helt enkelt är dåligt designade. Enligt Hanson är den kusliga dalen således ett rent estetiskt problem.¹⁷⁹

I samband med *Humanoids-2005 Workshop: Views on the Uncanny Valley* presenterade Mori skriftligen ett paper med ett par revideringar eller uppdateringar till sin hypotes om the uncanny valley, eftersom han själv inte hade möjlighet att närvara vid konferensen. För det första påpekar han att döda människors ansikten i vissa fall kan se fridfulla ut eftersom de är befriade från de levandes stress och oro. För det andra så föreslår han att högst upp på kurvan, till höger om den kusliga dalen, så borde en Buddhatatys ansikte placeras. Mori nämner specifikt statyn av Miroku Bosatsu, i Koryuji-templet i Kyoto, och statyn av Gakko Bosatsu, i Yakushiji-templet i Nara – två av Japans mest vördade nationalskatter. ”Those faces are full of elegance, beyond worries of life, and have aura of dignity”, skriver han. Dessa ansikten – konstnärliga uttryck för mänskliga ideal – är mer vänliga, attraktiva och fulländade, menar Mori, än vad levande människors ansikten är.¹⁸⁰ Moris resonemang för tankarna till den gyllene Buddharoboten Gakutensoku och dess skapare Makoto Nishimura. Anmärkningsvärt är också att Mori påpekar att han själv aldrig testat eller närmare undersökt sin hypotes om den kusliga dalen, efter det att han publicerade den ursprung-

¹⁷⁸ Hornyak, s. 142 och <http://www.popularmechanics.com/technology/engineering/robots/4343054>, 2013-11-09.

¹⁷⁹ David Hanson et al. (2005) “Upending the Uncanny Valley.” AAAI conference proceedings, 2005, s. 24-31.

¹⁸⁰ Masahiro Mori (2005) “On the Uncanny Valley”. Proceedings of the Humanoids-2005 workshop: Views of the Uncanny Valley, Tsukuba Japan.

liga artikeln. Hypotesen har således levt sitt eget liv inom robotikforskningen, filmbranschen och inte minst på Internet.

Enligt min mening så är det uppenbart att fenomenet som kallas för den kusliga dalen existerar (i en eller annan form) och det finns idag en hel del empirisk forskning som pekar åt det hållet. En vetenskaplig studie som genomfördes 2009 av Shawn A. Steckenfinger och Asif A. Ghazanfar, på institutionen för neurovetenskap vid Princeton University, tycks dessutom ge visst stöd för tesen att aporna har sin egen kusliga dal, vilket skulle kunna indikera att fenomenet har en evolutionär förklaring.¹⁸¹ Androidvetenskapen har arbetat med ett antal olika förklaringsmodeller och den viktigaste modellen, som hämtats från socialpsykologisk terror management theory, kallas för *mortality salience*. Termen mortality salience syftar i det här sammanhanget på att det som befinner sig i den kusliga dalen gör människor medvetna om sin egen dödlighet, vilket framkallar kusliga eller obehagliga känslor. Det kan vara amputerade krigsinvalider, zombier eller halv-färdiga androider.¹⁸²

Enligt min bedömning så är dock inte Ishiguros androider tillräckligt lika människor för att ens nå fram till den kusliga dalen, och än mindre då för att passera den. Hoffmanns novell *Sandmannen* fungerar bättre för att illustrera fenomenet. Den visar också det största felet med den androidvetenskapliga forskningsansatsen: målet med androidvetenskapen är ju att skapa en android som är så realistisk att den passerar den kusliga dalen. Men ju längre den har lyckats lura oss till att tro att det är en riktig människa vi har framför oss, desto djupare blir den kusliga dalen när androiden väl faller ner i den. Olimpia var så realistisk att Nathanael blev kär i androiden, men när han väl fick reda på sanningen så föll han ner i mörker och galenskap som till slut ledde till att han tog livet av sig.

Den intellektuella osäkerheten att inte veta om det är en riktig människa man har framför sig framkallar starka känslor av kuslighet och obehag, vilket beskrevs på ett utmärkt sätt av Jentsch (1906). Den intellektuella osäkerheten kan också beskrivas som att när vi möter en person som vi tror är en riktig människa så aktiveras vår kognitiva modell för hur en människa ska bete sig. Men när roboten bryter mot modellens normer så uppstår en kuslig känsla. Det har påvisats med experiment där functional magnetic resonance imaging (fMRI) använts att när det uppstår en mismatch mellan utseende och rörelsemönster (en android som ser ut som en människa men rör sig som en robot) så aktiveras vissa delar av hjärnan mer än när denna mismatch inte föreligger (riktig människa och robotliknande robot).¹⁸³ Dessa experiment har genomförts genom

¹⁸¹ Shawn A. Steckenfinger & Asif A. Ghazanfar (2009) "Monkey visual behavior falls into the uncanny valley", *Proceedings of the National Academy of Science USA*, vol. 106, nr. 43, s. 18362-18366.

¹⁸² MacDorman & Ishiguro (2006b) s. 328-337.

¹⁸³ Saygin, Chaminade & Ishiguro (2009) "The Perception of Humans and Robots: Uncanny Hills in Parietal Cortex." *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Austin, TX: Cognitive Science Society, s.

att försökspersonerna har fått titta på videoklipp av Repliee Q2 och andra robotar, vilket på sätt och vis gör att den vetenskapliga poängen med att bygga riktiga androider går förlorad. Just androidens fysiska närvaro har framhållits som en av de största fördelarna med den androidvetenskapliga metodologin av dess förespråkare.¹⁸⁴ Mycket av det som skrivs och sägs av MacDorman och Ishiguro angående androidvetenskapens förträfflighet kan analyseras som gränsdragningsretorik som syftar till att utöka den epistemiska auktoriteten i kampen om forskningsresurser. MacDorman säger exempelvis i intervjun på sciencewatch.com att: "Robotics research in the United States is not well funded, but that will surely change as funding bodies come to realize the enormous potential of android science."¹⁸⁵ Lejonparten av forskningen om den kusliga dalen genomförs inom datorgrafik, vilket inte minst gäller för den forskning som MacDorman ägnar sig åt. Eftersom det finns en enormt stor marknad för datorspel och datoranimerade filmer, men knappast någon marknad alls för androider, så lär det förbli så ett tag till.

2716-2720 och Saygin et al. (2012) "The thing that should not be: predictive coding and the uncanny valley in perceiving human and humanoid robot actions." *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, vol. 7, nr. 4, s. 413-422.

¹⁸⁴ MacDorman (2006) s. 313.

¹⁸⁵ archive.sciencewatch.com... 2013-10-18.

Avslutande diskussion

Min bedömning är att androidvetenskapen kommer att få det mycket svårt att etablera sig som en tvärvetenskaplig disciplin, med hög status inom det internationella forskarsamhället. Den androidvetenskapliga forskningen lånar in metoder från psykologin, vetenskapliga teorier från kognitionsvetenskapen, och tekniker som fMRI från neurovetenskaperna. Men detta är discipliner som redan står i en nära relation till varandra, och det finns ingenting i det primärmaterial som jag gått igenom som tyder på att användandet av androidtekniken och den androidvetenskapliga metodologin innebär att någon syntes sker som kan ge upphov till en ny tvärvetenskaplig disciplin. Som framgår av figur 10 så är det just en sådan syntes som eftersträvas i det androidvetenskapliga forskningsramverket. MacDormans och Ishiguros mål att "Androids could be a key testing ground for social, cognitive, and neuroscientific theories as well as platform for their eventual unification"¹⁸⁶ är inte realistiskt.¹⁸⁶ Androidvetenskapen förblir en tvärvetenskaplig forskningsansats (med en experimentell metodologi) inom forskningsfältet människa-maskin-interaktion – men har små möjligheter att utvecklas till en diskret disciplin. Kleins krav på en utökad konsistens mellan de aktuella disciplinernas metoder eller ämnen är inte uppfyllda och jag ser betydligt större möjligheter för det som kallas för cognitive developmental robotics att bidra med ny kunskap inom kognitionsvetenskapen. Jag kan inte se något hållbart skäl till att avgränsa androidvetenskapen från humanoidvetenskapen eller från de övriga grenar av social robotik som Ishiguro också är verksam inom; det tycks snarare röra sig om en slags prestige att ha namngett ett eget forskningsfält, eller en egen vetenskaplig disciplin.

I de senaste vetenskapliga artiklarna inom androidvetenskap som jag läst så används inte ens begreppet androidvetenskap längre. Metodologin har inte förändrats så mycket, men gränsdragningsambitionerna – att staka ut gränserna för ett nytt tvärvetenskapligt fält – tycks ha minskat rejält sedan 2006-2007. Samtidigt har en viss ökning skett från 2011 och framåt av antalet artiklar med androidvetenskaplig forskning som publiceras i internationella vetenskapliga tidskrifter. Detta kan ses som att ett mindre aggressivt gränsdragningsarbete har resulterat i att forskningen med Ishiguros Kokoro-tillverkade androider har släppts in i värmen av de vetenskapliga tidskrifternas grindvakter. Det är en myt att tvärvetenskapliga fält alltid utvecklas till akademiska discipliner. Vissa förblir mer löst sammanhållna och andra befinner sig länge i ett slags embryonalt tillstånd.¹⁸⁷ Den epistemiska auktoritet som tillerkänns ett visst kunskapsproducerande fält är beroende av ekonomiskt och socialt kapital och där åtnjuter forskning med androider och andra

¹⁸⁶ MacDorman & Ishiguro (2006b) s. 297.

¹⁸⁷ Julie Thompson Klein (2010) "A taxonomy of interdisciplinarity", i Robert Frodeman et al. [red.] (2010) *The Oxford handbook of interdisciplinarity*. Oxford University Press, Oxford 2010, s. 22 och Klein (1990) s. 110-117.

typer av humanoida robotar förvisso en privilegierad ställning i Japan, vilket är den huvudsakliga orsaken till varför landet är världsledande på området. Den stjärnstatus som robotikforskare som Ishiguro och Asada tillerkänns i Japan gör att deras ambitioner tenderar att nå prometiska eller hybrisliknande nivåer. Asada säger att han vill skapa en robotras – *robo species*. Ishiguro, å sin sida, säger att hans nyaste forskning handlar om att skapa robotar som kan känna empati.¹⁸⁸ Jag kan emellertid inte se något i den androidvetenskapliga forskningen som tyder på att den skulle kunna bli en grundläggande vetenskap för att studera människan. Hiroshi Ishiguro pratar mycket om fördelarna med att överskrida eller upplösa de traditionella disciplinära gränserna, vilket är en typ av gränsdragningsretorik som är typisk för tvärvetenskapliga kunskapsproducerande fält. Här vill jag emellertid i en reflexiv slutfas av uppsatsen artikulera min egen gränsdragningsretorik: De frågor (angående människan som social varelse), som Ishiguro söker svar på, formuleras och studeras lämpligen inom humanvetenskaperna (humaniora och samhällsvetenskap). Den androidvetenskapliga forskningen kan bidra med kunskaper om interaktionen mellan människor och maskiner, vilket med största sannolikhet kommer att bli ett allt viktigare kunskapsområde i framtiden.

En trolig utveckling är att androidvetenskapen införlivas i ett större forskningsfält inom social robotik som kan kallas för humanoidvetenskap (där såväl androider som andra typer av humanoider kan användas som forskningsplattformar) och som i sin tur är en del av HRI (människa-robot-interaktion). ”Androidvetenskap” bör enligt min mening betraktas som en av Ishiguro och MacDorman utvecklade *metodologi* inom social robotik och HRI. Mycket tyder på att forskning med olika typer av humanoida robotar kommer att bli allt vanligare i framtiden. Även om Japan och Sydkorea har de största ambitionerna när det gäller att skapa ett robotsamhälle, så har satsningarna när det gäller servicerobotar och andra icke-industriella robotar ökat även inom EU och USA. Robotarna kommer, och snart finns de säkert i ditt hem i en eller annan form, men som Bill Gates skriver i sin artikel så kommer de knappast att se ut som människor.¹⁸⁹

Ju mer jag har fördjupat mig i den androidvetenskapliga forskningen, desto mer har jag kommit att sympatisera med Andrés Stoopendaals kritiska hållning som han gav uttryck för 2008 i essän ”Androidens marginalisering”, där han bland annat skriver att ”Tolkningen måste bli att de [MacDorman & Ishiguro] i så hög grad begär utveckling av androider att de blundar för det irrationella i ambitionen. Det intressanta är att detta begär finns, och tillåts ta så oraffinerade psykologiska uttryck att det lånar de mest stupida visioner – som den om ’kommunikationsroboten’ – för att legitimera sin egen primitivitet.”¹⁹⁰ Jag har i de första kapitlen av föreliggande uppsats

¹⁸⁸ Hiroshi Ishiguro “Me, myself and my android” – TEDxSeeds 2012.

¹⁸⁹ Gates, s. 65.

¹⁹⁰ Andrés Stoopendaal (2008) ”Androidens marginalisering”, *Ord&Bild* 5 2008, s. 33.

försökt ge en idéhistorisk bakgrund till det begär efter att skapa artificiella människor (androider) som Stoopendaal häpnar över.¹⁹¹ Hiroshi Ishiguro vill med sin androidforskning förena vetenskap, teknologi, konst och filosofi. De konstnärliga ambitionerna delar han med den japanska Edo-periodens Karakurimästare. De filosofiska ambitionerna delar han med Makoto Nishimura, som 1928 byggde Buddharoboten Gakutensoku. När det gäller de storslagna vetenskapliga och teknologiska ambitionerna så har han emellertid mer gemensamt med Jacques de Vaucanson. Den franska androidskaparen blev, inte minst tack vare att Encyklopedister som Diderot och Voltaire imponerades av hans automaters realistiska simuleringar av levande varelser, en betydelsefull person i upplysningstidens Europa. Han hade ett vetenskapligt syfte med att bygga sina automater, men samtidigt var de byggda som underhållningsattraktioner för att roa allmänheten.¹⁹² Gaby Wood kallar dem för *filosofiska leksaker* ("philosophical toys") vilket är en mycket träffsäker benämning även för Ishiguros androider.¹⁹³

Henrik Schärfe säger att Geminoid DK är ett fantastiskt tankeverktyg ("a thinking tool") eftersom alla som ser honom med sin dubbelgångare börjar fundera över frågor om gränsen mellan det mänskliga och det ickemänskliga, mellan människa och maskin, och vad det egentligen innebär att vara en människa.¹⁹⁴ Det är säkert sant, men enligt min mening finns det otaliga böcker och filmer inom science fiction-genren (jag har nämnt ett antal av de främsta verken i den här uppsatsen) som erbjuder betydligt kraftfullare tankeverktyg än Kokoros animatroniska filosofiska leksaker, för den som vill meditera över dessa existentiella frågor. I övrigt tror jag att androiderna även fortsättningsvis (precis som karakuridockorna) främst kommer att fungera som underhållningsrobotar. Som en slags underhållande interaktiva informationscentraler på museer och robotmässor kan de säkert också fungera utmärkt.

Den enligt min mening mest intressanta aspekten av androidvetenskapen är forskningen om den kusliga dalen. Det lär emellertid dröja en lång tid innan androiderna blir så människolika att de under en längre interaktion kan lura oss till att tro att de är riktiga människor, och det är först då som de verkligen skulle riskera att hamna i den kusliga dalen. Att döma av människans genom historien återkommande försök att skapa simulakra av människor och djur så är det troligt att vi förr eller senare kommer att behöva konfronteras med den kusliga dalen på ett mer påtagligt sätt. Här återstår mycket forskning, innan den kusliga dalen kan erkännas som ett etablerat vetenskapligt begrepp. När det gäller framtida forskning så är behovet också stort för en uppföljare till Fredrik Schodts bok *Inside the Robot Kingdom*. Mycket har hänt sedan den boken skrevs på

¹⁹¹ För den som vill fördjupa sig ytterligare i ämnet så kan jag varmt rekommendera Minsoo Kangs bok *Sublime Dreams of Living Machines: The Automaton in the European Imagination* (2011).

¹⁹² Kang, s. 103-111.

¹⁹³ Wood, s. 17.

¹⁹⁴ Intervju med Henrik Schärfe "A robot as a twin brother" – TEDxAmsterdam 2011.

1980-talet, och de japanska ambitionerna att förverkliga Robotopia (det lyckliga robotsamhället) har intensifierats. Min förhoppning är att föreliggande uppsats kan bidra till en ökad förståelse för några av de uttryck som dessa ambitioner har tagit sig under 2000-talet.

Källförteckning

Tryckta källor

- Aagaard, Knud Cederqvist (1999) *Ljuset från Lykeion: Om psykologins klassiker*. Studentlitteratur, Lund 1999.
- Alimardani, M., Nishio, S., & Ishiguro, H. (2011) "Body ownership transfer to tele-operated android through mind controlling", HAI-2011, Kyoto Institute of Technology.
- Asada, Minoru, et al. (2001) "Cognitive developmental robotics as a new paradigm for the design of humanoid robots". *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 37, nr. 2, s. 185-193.
- Asakura, Reiji (2003) "The androids are coming." *Japan Echo*, vol. 30, nr. 4, s. 13-18.
- Asimov, Isaac (1995) *The Complete Robot*. Voyager, London 1995.
- Bartneck, Christoph, et al. (2009) "My robotic doppelgänger: A critical look at the uncanny valley theory." Proceedings of the 18th IEEE international symposium on robot and human interactive communication. Toyama, s. 269-276.
- Becker-Asano, Christian, et al. (2010) "Exploring the uncanny valley with Geminoid HI-1 in a real-world application", *Intl. Conf. Interfaces and Human Computer Interaction*, Freiburg, s. 121-128.
- Brooks, Rodney A. (2002) *Flesh and machines: how robots will change us*. Pantheon Books, New York 2002.
- Čapek, Karel (2004/1921) *R.U.R. (Rossum's Universal Robots)*. Översatt till engelska av Claudia Novack. Penguin Books, London 2004.
- Cohen, John (1966) *Human robots in myth and science*. Allen & Unwin, London 1966.
- Copeland, B. Jack [red.] (2004) *The essential Turing*. Oxford University press, Oxford 2004.
- Coradeschi, Silvia, et al. (2006) "Human-Inspired Robots." *IEEE Intelligent Systems*, vol. 21, nr. 4, s. 74-85.
- Earhart, H. Byron (1969) *Japanese religion: unity and diversity*. Dickenson Publ. Co., Belmont 1969.
- Ellwood, Robert (2008) *Introducing Japanese religion*. Routledge, New York 2008.
- Epstein, Robert (2006) "My date with a robot." *Scientific American Mind*, Juni/Juli 2006, s. 68-73.
- Freud, Sigmund (1919) "Das Unheimliche." *Imago* V, s. 297-324. Project Gutenberg EBook 2010.
- Freud, Sigmund (2003/1919) *The uncanny* ["Das Unheimliche"]. Översättning till engelska av David McLintock. Penguin, London 2003, s. 121-162.
- Frodeman, Robert & Klein, Julie Thompson & Mitcham, Carl [red.] (2010) *The Oxford handbook of interdisciplinarity*. Oxford University Press, Oxford 2010.

- Gates, Bill (2007) "A robot in every home." *Scientific American*, vol. 296, nr.1, s. 58-65.
- Gee, F. C., Browne, W. N., Kawamura, K. (2005) "Uncanny valley revisited." *Robot and Human Interactive Communication, 2005. IEEE International Workshop*, s. 151- 157.
- Gibson, William (2001) "The Future Perfect: How did Japan become the favored default setting for so many cyberpunk writers?" *TIME Asia*, vol. 157, nr. 17.
- Gieryn, Thomas F. (1983) "Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-Science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists", *American Sociological Review*, vol. 48, nr. 6, s. 781-795.
- Gieryn, Thomas F. (1999) *Cultural Boundaries of Science: Credibility on the Line*. The University of Chicago Press, Chicago 1999.
- Guizzo, Erico (2010) "Hiroshi Ishiguro: The Man Who Made a Copy of Himself." *IEEE Spectrum*, vol. 47, nr. 4, s. 44-47 & 54-56.
- Hashimoto, Takuya, et al. (2011) "Depression patient robot for diagnostic training in psychiatric education." *IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics*, s. 134-139.
- Ho, Chin-Chang & MacDorman, Karl F. (2010) "Revisiting the uncanny valley theory: Developing and validating an alternative to the Godspeed indices." *Computers in Human Behavior*, vol. 26, nr. 6, s. 1508-1518.
- Hoffmann, E.T.A. (1885/1816) *The Sandman*. [Der Sandmann] Översatt till engelska av J.Y. Bealby. Charles Scribner's Sons, New York 1885.
- Hanson, David, et al. (2005) "Upending the Uncanny Valley." AAAI conference proceedings, 2005, s. 24-31.
- Hoppe, Otto (1900) *Tysk-svensk ordbok*. Norstedts, Stockholm 1900.
- Hoppe, Otto (1924) *Tysk-svensk ordbok*. Skolupplaga. Norstedts, Stockholm 1924.
- Hornyak, Timothy N. (2006) *Loving the Machine: The Art and Science of Japanese Robots*. Kodansha International, Tokyo 2006.
- Ishiguro, Hiroshi (2005) "Android science: Toward a new cross-disciplinary framework." CogSci 2005 Workshop: *Toward social mechanisms of android science* s. 1-6. Stresa.
- Ishiguro, Hiroshi (2006) "Android Science: Conscious and subconscious recognition". *Connection Science*, vol. 18, nr. 4, s. 319-332.
- Ishiguro, Hiroshi (2006) "Interactive Humanoids and Androids as Ideal Interfaces for Humans." *Proc. International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI'06)*.
- Ishiguro, Hiroshi & Nishio, S. (2007) "Building artificial humans to understand humans." *Journal of Artificial Organs*, vol. 10, nr. 3, s. 133-142.
- Ishiguro, Hiroshi (2007) "Scientific Issues Concerning Androids." *The International Journal of Robotics Research*, vol. 26, nr. 1, s. 105-117.

- Ishihara, Hisashi, et al. (2011) "Realistic child robot 'Affetto' for understanding the caregiver-child attachment relationship that guides the child development." *2011 IEEE International Conference on Development and Learning*, s. 1-5.
- Jentsch, Ernst (1997/1906) "On the Psychology of the Uncanny [Zur Psychologie des Unheimlichen]" Översättning till engelska av Roy Sellars. *Angelaki: Journal of the Theoretical Humanities*, vol. 2, nr. 1, s. 7-16.
- Kageki, Norri (2012) "An uncanny Mind". *IEEE Robotics and Automation magazine*, vol. 19, nr. 2, s. 112-108.
- Kang, Minsoo (2011) *Sublime Dreams of Living Machines: The Automaton in the European Imagination*. Harvard University Press, Cambridge 2011.
- Klein, Julie Thompson (1990) *Interdisciplinarity: history, theory, and practice*. Wayne State University Press, Detroit 1990.
- Klein, Julie Thompson (1996) *Crossing Boundaries: Knowledge, Disciplinarity, and Interdisciplinarity*. University Press of Virginia, Charlottesville, Va. 1996.
- Klein, Julie Thompson (2010) "A taxonomy of interdisciplinarity", i Robert Frodeman et al. [red.] (2010) *The Oxford handbook of interdisciplinarity*. Oxford University Press, Oxford 2010, s. 15-30.
- Kosloff, Spee & Greenberg, Jeff (2006) "Android science by all means, but let's be canny about it!" *Interaction Studies*, vol. 7, nr. 3, s. 343-346.
- Liedman, Sven-Eric (1999/1997) *I skuggan av framtiden: Modernitetens idéhistoria*. Albert Bonniers förlag, Stockholm 1999.
- MacDorman, Karl F. & Ishiguro, Hiroshi (2004) "The study of interaction through the development of androids." Computer Vision and Image Processing Workshop, Information Processing Society of Japan, Tokyo, *SIG Technical Reports 2004-CVIM-146*, s. 69-75.
- MacDorman, Karl F. et al. (2005) "Assessing Human Likeness by Eye Contact in an Android Testbed". Proceedings of the XXVII annual meeting of the cognitive science society (2005), Stresa.
- MacDorman, Karl F. (2006) "Introduction to the special issue on android science." *Connection Science*, vol. 18, nr. 4, s. 313-317.
- MacDorman, Karl F. & Ishiguro, Hiroshi (2006a) "Toward social mechanisms of android science. A CogSci 2005 workshop." *Interaction Studies*, vol. 7, nr. 2, s. 289-296.
- MacDorman, Karl F. & Ishiguro, Hiroshi (2006b) "The uncanny advantage of using androids in cognitive and social science research", *Interaction Studies*, vol. 7, nr. 3, s. 297-337.
- MacDorman, Karl F. & Ishiguro, Hiroshi (2006c) "Opening Pandora's Box: Reply to commentaries on 'The uncanny advantage of using androids in social and cognitive science research'", *Interaction Studies*, vol. 7, nr. 3, s. 361-368.
- Matsui, Daisuke et al. (2007) "Generating natural motion in an android by mapping human motion", i Matthias Hackel (red.) *Humanoid Robots, Human-like Machines*. I-Tech, Wien 2007, s. 351-366.

- Menzel, Peter & D'Aluisio, Faith (2000) *Robo sapiens: Evolution of a New Species*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts 2000.
- Minato, Takashi, et al. (2004) "Development of an android robot for studying human-robot interaction.", i R. Orchard, et al. (red.) *Innovations in applied artificial intelligence*. Springer-Verlag, Berlin, s. 424-434.
- Minato, Takashi, et al. (2007) "CB²: A child robot with biomimetic body for cognitive developmental robotics." *7th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots*, s. 557-562.
- Mori, Masahiro (2005/1970) "Bukimi no tani [The uncanny valley]". *Energy*, vol. 7, nr. 4, s. 33-35. Engelsk översättning av Karl F. MacDorman och Takashi Minato 2005.
- Mori, Masahiro (2012/1970) "Bukimi no tani [The uncanny valley]". Engelsk översättning av Karl F. MacDorman och Norri Kageki. *IEEE Robotics and Automation magazine*, vol. 19, nr. 2, s. 98-100.
- Mori, Masahiro (2005/1974) *The Buddha in the Robot: A Robot Engineer's Thoughts on Science and Religion*. Sjunde utgåvan. Översatt till engelska av Charles S. Terry. Kosei Publishing Co., Tokyo 2005.
- Mori, Masahiro (2005) "On the Uncanny Valley". Proceedings of the Humanoids-2005 workshop: Views of the Uncanny Valley, Tsukuba.
- Nishio, S., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2007) "Geminoid: Teleoperated Android of an Existing Person", i A. C. de Pina Filho (red.) *Humanoid Robots, New Developments*. I-Tech, Wien 2007, s. 343-352.
- Nocks, Lisa (1998) "The Golem: between the technological and the divine", *Journal of Social and Evolutionary Systems*, vol. 21, nr. 3, s. 281-303.
- Nocks, Lisa (2008) *The robot: the life story of a technology*. Johns Hopkins University Press, Baltimore 2008.
- Ogawa, Kohei, et al. (2009) "Can an android persuade you?" *Proceedings of the 18th IEEE international symposium on robot and human interactive communication*, Toyama, s. 516 -521.
- Ogawa, Kohei, et al. (2012) "Possibilities of Androids as poetry-reciting agent." *IEEE RO-MAN 2012*, Paris, s. 565-570.
- Plank, Robert (1965) "The Golem and The Robot", *Literature and Psychology*, vol. 15, 1965, s. 12-28.
- Pollick, Frank (2009) "In Search of the Uncanny Valley". Department of Psychology, University of Glasgow.
- Price, Derek de Solla (1964) "Automata and the Origins of Mechanism and Mechanistic Philosophy", *Technology and Culture*, vol. 5, nr. 1, s. 9-23.
- Price, Derek de Solla (1974) "Gears from the Greeks: the Antikythera mechanism: a calendar computer from ca. 80 B.C.", *Transactions of the American Philosophical Society*, vol. 64, nr. 7. The American philosophical society, Philadelphia 1974.

- Reichardt, Jasia (1978) *Robots: Fact, Fiction and Prediction*. Thames and Hudson, London 1978.
- Riskin, Jessica (2003a) "Eighteenth Century Wetware." *Representations*, vol. 83, nr. 1, s. 97-125.
- Riskin, Jessica (2003b) "The Defecating Duck; or, The Ambiguous Origins of Artificial Life." *Critical Inquiry*, vol. 29, nr. 4, s. 599-633.
- Robertson, Jennifer (2007) "Robo sapiens japonicus: Humanoid robots and the posthuman family", *Critical Asian Studies*, vol. 39, nr. 3, s. 369-398.
- Robertson, Jennifer (2010) "Gendering Humanoid Robots: Robo-Sexism in Japan." *Body & Society*, vol. 16, nr. 2, s. 1-36.
- Robertson, Jennifer (2010) "Robots of the rising sun." *The American interest*, vol. 6, nr. 1, s. 60-72.
- Rosheim, Mark Elling (1994) *Robot evolution: the development of anthropotics*. Wiley, New York 1994.
- Saygin, A.P., Chaminade, T., & Ishiguro, H. (2009) "The Perception of Humans and Robots: Uncanny Hills in Parietal Cortex." *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Austin, TX: Cognitive Science Society, s. 2716-2720.
- Saygin, A. P., et al. (2012) "The thing that should not be: predictive coding and the uncanny valley in perceiving human and humanoid robot actions." *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, vol. 7, nr. 4, s. 413-422.
- Schodt, Frederik L. (1990/1988) *Inside the Robot Kingdom: Japan, Mechatronics, and the Coming Robotopia*. Kodansha International, Tokyo 1990.
- Schodt, Frederik L. (2007) *The Astro Boy Essays: Osamu Tezuka, Mighty Atom, and the Manga/Anime Revolution*. Stone Bridge Press, Berkeley 2007.
- Screech, Timon (1996) *The western scientific gaze and popular imagery in later Edo Japan*. Cambridge University Press, Cambridge 1996.
- Sena, Hideaki (2003) "Astro Boy Was Born on April 7, 2003." *Japan Echo*, vol. 30, nr. 4, s. 9-12.
- Steckenfinger, S. A. & Ghazanfar, A. A. (2009) "Monkey visual behavior falls into the uncanny valley." *Proceedings of the National Academy of Science USA*, vol. 106, nr. 43, s. 18362-18366.
- Stoopendaal, Andrés (2008) "Androidens marginalisering", *Orde&Bild* 5 2008, s. 28-34.
- Takano, Eri, et al. (2009) "Psychological effects on interpersonal communication by bystander android using motions based on human-like needs." *Proceedings of the 2009 IEEE/RSJ international conference on Intelligent robots and systems*, s. 3721-3726.
- Turing, Alan Mathison (2004/1950) "Computing machinery and intelligence", i B. Jack Copeland (red.) *The essential Turing*. Oxford University press, Oxford 2004, s. 441-464.
- von der Pütten, Astrid M., et al. (2013) "The uncanny in the wild. Analysis of unscripted human-android interaction in the field." *International Journal of Social Robotics*, vol. 5, Juli, 2013.
- Warrick, Patricia S. (1980) *The cybernetic imagination in Science Fiction*. The MIT Press, Cambridge 1980.

- Widmalm, Sven [red.] (2008) *Vetenskapens sociala strukturer: sju historiska fallstudier om konflikt, samverkan och makt*. Nordic Academic Press, Lund 2008.
- Wood, Gaby (2003) *Edison's Eve: A Magical History of the Quest for Mechanical Life*. Anchor Books, New York 2003.
- Yamaguchi, Yuzo (2002) "All too human", *Automotive News*, vol. 76, nr. 5968, s. 100-101.
- Yamazaki, Ryuji, et al. (2012) "Social acceptance of a teleoperated android: Field study on elderly's engagement with an embodied communication medium in Denmark." *Proceedings of the 4th international conference on Social Robotics*, s. 428-437.
- Yoshikawa, Masahiro et al. (2011) "Development of an android robot for psychological support in medical and welfare fields." *2011 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics*, s. 2378-2383.
- Ziemke, Tom & Lindblom, Jessica (2006) "Some methodological issues in android science." *Interaction Studies*, vol. 7, nr. 3, s. 339-342.

Otryckta källor

Filmer

Mechanical love, Phie Ambo-Nielsen, Danmark 2007.

Plug & pray, Jens Schanze, Tyskland 2010.

Radioprogram

Vetandets värld, P1, ”Människolika robotar på väg in i vår vardag”. 2013-05-10.

TEDx-föreläsningar

(Tillgängliga på YouTube; senast kontrollerat 2013-10-28)

Hiroshi Ishiguro ”Robots are mirrors of human heart” – TEDxSeeds2009.

Hiroshi Ishiguro ”Who am I?” – TEDxSeeds 2010.

Hiroshi Ishiguro ”People communicate with their imagination” – TEDxSeeds 2011.

Hiroshi Ishiguro ”Me, myself and my android” – TEDxSeeds 2012.

Hiroshi Ishiguro ”Human, android, and media” – TEDxParkKultury 2012.

Henrik Schärfe ”Blended Presence” – TEDxAmsterdam 2011.

Intervju med Henrik Schärfe ”A robot as a twin brother” – TEDxAmsterdam 2011.

Webbsidor (datum för nedladdning)

<http://androidsciencecenter.com>, 2013-11-04.

<http://archive.sciencewatch.com/dr/fbp/2008/08junfbp/08junfbpMacIsh/>, 2013-09-03.

<http://c.aau.dk/geminoid/research.html>, 2013-11-04.

<http://robotandai.blogspot.com>, 2013-09-03.

http://seedmagazine.com/content/article/uncanny_valley, 2013-11-12.

<http://soic.iupui.edu/research/android>, 2013-11-17.

http://www.expo21xx.com/industrial-robots/19064_st3_humanoid-research/default.htm, 2013-10-13.

<http://www.geminoid.jp/en/mission.html>, 2013-11-13.

<http://www.geminoid.jp/ws/cogsci2012-ws-proceedings.pdf>, 2013-11-08.

<http://www.japantimes.co.jp/life/2008/08/20/digital/the-face-that-launched-a-thousand-robots>, 2013-11-06.

<http://www.jst.go.jp/erato/asada/en/introduction/objective.html>, 2013-10-22.

<http://www.karakuri.info>, 2013-10-16.

http://www.kokoro-dreams.co.jp/english/about/img/Company%20Profile_e.pdf, 2013-10-18.

http://www.kokoro-dreams.co.jp/english/news/KN63_english.pdf, 2013-10-20

<http://www.macdorman.com/kfm/self/bio.php>, 2013-10-18.

http://www.meti.go.jp/english/press/2013/pdf/0718_01.pdf, 2013-11-04.

<http://www.nsftokyo.org/rm06-06.pdf>, 2013-11-04.

<http://www.nydailynews.com/news/world/apple-robot-japan-robot-teacher-replace-humans-article-1.367824>, 2013-11-14.

<http://www.ohmsha.co.jp/robocon/archive/maga/no028/pdf/souzou28.pdf>, 2013-11-12.

<http://www.popularmechanics.com/technology/engineering/robots/4343054>, 2013-11-09.

<http://www.robothalloffame.org/inductees/03inductees/unimate.html>, 2013-11-14.

<http://www.slovník.cz>, 2013-09-03.

http://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Asia_141.pdf, 2013-11-04.